

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-284363

(43)Date of publication of application : 13.10.2000

(51)Int.Cl.

G03B 21/00

G03B 21/10

H04N 5/74

(21)Application number : 11-087727

(71)Applicant : TELECOMMUNICATION ADVANCEMENT  
ORGANIZATION OF JAPAN  
TOMINAGA HIDEYOSHI  
MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 30.03.1999

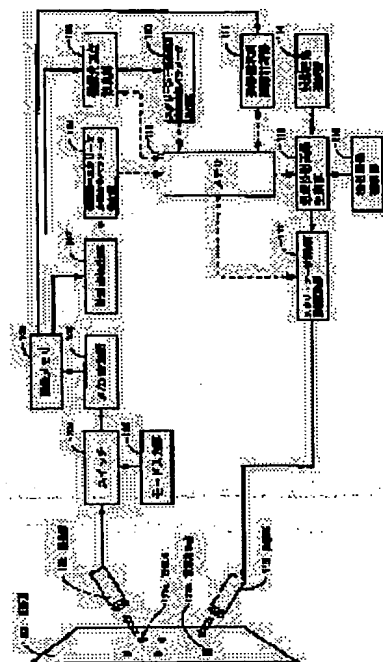
(72)Inventor : TAKEUCHI SHUNICHI  
TOMINAGA HIDEYOSHI

## (54) IMAGE PROJECTING DEVICE AND METHOD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an image projecting device capable of correcting the distortion of projection and reducing the calculation error of a transformation parameter by automatically measuring the coordinates of a screen.

**SOLUTION:** This image projecting device is provided with a projection part 113 performing the projection to a projection surface 101, an image pickup part 102 picking up a measuring point, a projection designating point and an image, an image memory 106 for storing the picked up image, a mode input part 103, projection parameter estimation parts 107 to 110 estimating the coordinate transformation parameter of a screen/surface-to-be-projected, a projection designating point coordinate measuring part 111 measuring the coordinates of the projection designating point, a memory 112 for storing the transformation parameter and the coordinates of the projection designating point, a projected image storage part 116 for storing the projected image, a projected image selection part 114 selecting the optional projected image, an assumed projected image generation part 115 generating an assumed projected image and a screen/surface-to-be-projected coordinate transformation part 117 for transforming the assumed projected image to the image of a surface-to-be-projected coordinate system.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-284363  
(P2000-284363A)

(43) 公開日 平成12年10月13日 (2000. 10. 13)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
G 0 3 B 21/00		G 0 3 B 21/00	D 5 C 0 5 8
21/10		21/10	Z
H 0 4 N 5/74		H 0 4 N 5/74	D

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願平11-87727

(22) 出願日 平成11年3月30日 (1999. 3. 30)

(71) 出願人 592256623

通信・放送機構

東京都港区芝2-31-19

(71) 出願人 598138752

富永 英義

東京都新宿区西早稲田1-3-10 早稲田  
大学内

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(74) 代理人 100107526

弁理士 鈴木 直郁 (外1名)

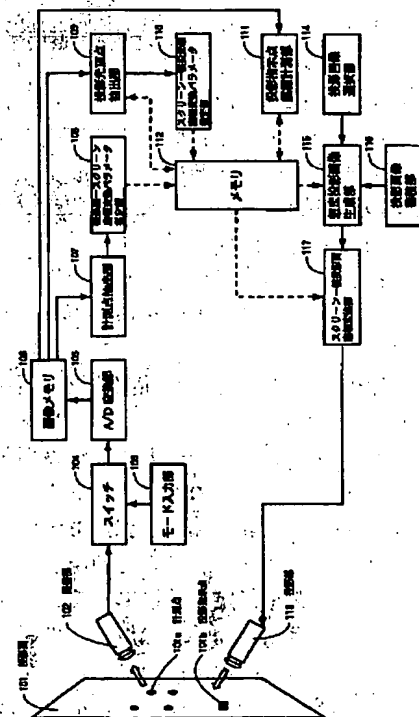
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像投影装置及び画像投影方法

(57) 【要約】

【課題】 スクリーン座標を自動的に計測し、投影の歪み補正や変換パラメータの算出誤差を低減する画像投影装置を提供する。

【解決手段】 本発明の画像投影装置は、投影面101に投影を行う投影部113と、計測点、投影指示点、及び画像を撮像する撮像部102と、撮像画像を格納する画像メモリ106と、モード入力部103と、スクリーン被投影面座標変換パラメータを推定する投影パラメータ推定部107~110と、投影指示点座標を計測する投影指示点座標計測部111と、変換パラメータと投影指示点座標を格納するメモリ112と、投影画像を格納する投影画像蓄積部116と、任意の投影画像を選択する投影画像選択部114と、想定投影画像を生成する想定投影画像生成部115と、想定投影画像を被投影面座標系の画像に変換するスクリーン被投影面座標変換部117と、を有することを特徴とする。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定のスクリーン座標系を有し、前記スクリーン座標系の座標値で定義された計測点と、前記スクリーン座標系の座標値で定義され、投影画像の投影位置や形状を指示する投影指示点とを有する投影面に画像を投影する画像投影装置であって、

所定の被投影面座標系を有する液晶パネルを備え、前記投影面に対して画像の投影を行う投影手段と、

前記投影面上の前記計測点と前記投影指示点、及び前記投影面に投影された画像を撮像画像として撮像する撮像手段と、

前記撮像手段で撮像した前記撮像画像を格納する画像メモリと、

キャリブレーションモードまたは投影モードの何れかのモード選択信号を出力するモード入力手段と、

撮像された前記計測点と前記投影手段の投影像に基づいて、前記スクリーン座標系と前記被投影面座標系間の変換パラメータを推定する投影パラメータ推定手段と、

前記投影指示点の前記座標値から投影指示点座標を計測する投影指示点座標計測手段と、

前記変換パラメータと前記投影指示点座標を格納するメモリと、

前記メモリに格納された前記投影指示点座標で指定される投影位置に投影画像を配置して、前記スクリーン座標で表現された想定投影画像を生成する想定投影画像生成手段と、

前記メモリに格納された前記変換パラメータに基づいて、前記想定投影画像を被投影面座標で表現された画像に変換するスクリーン-被投影面座標変換手段と、  
を有することを特徴とする画像投影装置。

【請求項2】 所定のスクリーン座標系を有し、前記スクリーン座標系の座標値で定義された計測点と、前記スクリーン座標系の座標値で定義され、投影画像の投影位置や形状を指示する投影指示点とを有する投影面に画像を投影する画像投影装置であって、

所定の被投影面座標系を有する液晶パネルを備え、前記投影面に対して画像の投影を行う投影手段と、

前記投影面上の前記計測点と前記投影指示点、及び前記投影面に投影された画像を撮像画像として撮像する撮像手段と、

前記撮像手段で撮像した前記撮像画像を格納する画像メモリと、

キャリブレーションモードまたは投影モードの何れかのモード選択信号を出力するモード入力手段と、

撮像された前記計測点と前記投影手段の投影像に基づいて、前記スクリーン座標系と前記被投影面座標系間の変換パラメータを推定する投影パラメータ推定手段と、

前記投影指示点の前記座標値から投影指示点座標を計測する投影指示点座標計測手段と、

前記変換パラメータと前記投影指示点座標を格納するメ

モリと、

投影される画像を格納する投影画像蓄積手段と、

前記投影画像蓄積手段から任意の投影画像を選択する投影画像選択手段と、

前記メモリに格納された前記投影指示点座標で指定される投影位置に前記投影画像選択手段で選択された前記投影画像を配置して、前記スクリーン座標で表現された想定投影画像を生成する想定投影画像生成手段と、

前記メモリに格納された前記変換パラメータに基づいて、前記想定投影画像を被投影面座標系の座標値を有する画像に変換するスクリーン-被投影面座標変換手段と、  
を有することを特徴とする画像投影装置。

【請求項3】 所定のスクリーン座標系を有し、前記スクリーン座標系の座標値で定義された計測点と、前記スクリーン座標系の座標値で定義され、投影画像の投影位置や形状を指示する投影指示点とを有する投影面に画像を投影する画像投影装置であって、

所定の被投影面座標系を有する液晶パネルを備え、前記投影面に対して画像の投影を行う投影手段と、

前記投影面上の前記計測点と前記投影指示点、及び前記投影面に投影された画像を撮像画像として撮像する撮像手段と、

前記撮像手段で撮像した前記撮像画像を格納する画像メモリと、

キャリブレーションモードまたは投影モードの何れかのモード選択信号を出力するモード入力手段と、

撮像された前記計測点と前記投影手段の投影像に基づいて、前記スクリーン座標系と前記被投影面座標系間の変換パラメータを推定する投影パラメータ推定手段と、

前記投影指示点の前記座標値から投影指示点座標を計測する投影指示点座標計測手段と、

前記変換パラメータと前記投影指示点座標を格納するメモリと、

投影される画像を格納する投影画像蓄積手段と、

前記投影画像蓄積手段から任意の投影画像を選択する投影画像選択手段と、

前記メモリに格納された前記投影指示点座標で指定される投影位置に、前記投影画像選択手段で選択された前記投影画像または外部から入力された投影画像を配置して、前記スクリーン座標で表現された想定投影画像を生成する想定投影画像生成手段と、

前記メモリに格納された前記変換パラメータに基づいて、前記想定投影画像を被投影面座標系の座標値を有する画像に変換するスクリーン-被投影面座標変換手段と、  
を有することを特徴とする画像投影装置。

【請求項4】 前記投影パラメータ推定手段は、

前記モード入力手段からキャリブレーションモードが出力された際に、前記撮像手段で撮像された前記撮像画像

(3)

3

を入力するスイッチ手段と、  
 前記スイッチから入力される前記撮像画像をアナログ／デジタル変換するA/D変換手段と、  
 前記画像メモリに格納された前記撮像画像から前記撮像手段で定義される撮像面座標系における前記計測点の座標値を抽出する計測点抽出手段と、  
 前記計測点の前記撮像面座標系における座標値と前記スクリーン座標系における座標値から撮像面－スクリーン座標間変換パラメータを推定する撮像面－スクリーン座標変換パラメータ推定手段と、  
 前記画像メモリに格納された前記撮像画像から前記投影手段で投影された投影光の4つの頂点の前記撮像面座標系における座標値をそれぞれ抽出し、前記メモリに格納された前記撮像面－スクリーン座標変換パラメータに基づいて、前記投影光の4つの頂点の前記撮像面座標系における座標値をスクリーン座標系の座標値に変換して出力する投影光頂点座標抽出手段と、  
 前記投影光の4つの頂点の前記スクリーン座標系の座標値と前記投影画像の被投影面座標系の座標値とに基づいて、スクリーン－被投影面座標変換パラメータを前記変換パラメータとして推定するスクリーン－被投影面座標変換パラメータ手段と、を有することを特徴とする請求項1乃至3記載の画像投影装置。

【請求項5】 さらに、前記投影手段から投影される基準画像を生成する投影基準画像生成手段と、  
 前期投影手段に接続され、前記モード入力部の出力モードに応じて、前記基準画像と前記投影画像の切替を行う切替手段と、  
 を備えることを特徴とする請求項1乃至3記載の画像投影装置。

【請求項6】 前記投影パラメータ推定手段は、  
 前記モード入力手段からキャリブレーションモードが出力された際に、前記撮像手段で撮像された前記撮像画像を入力するスイッチ手段と、  
 前記スイッチから入力される前記撮像画像をアナログ／デジタル変換するA/D変換手段と、  
 前記画像メモリに格納された前記撮像画像から前記撮像手段で定義される撮像面座標系における前記計測点の座標値を抽出する計測点抽出手段と、  
 前記計測点の前記撮像面座標系における座標値と前記スクリーン座標系における座標値から撮像面－スクリーン座標間変換パラメータを推定する撮像面－スクリーン座標変換パラメータ推定手段と、  
 前記投影基準画像から前記撮像面座標系における投影基準点の座標値を抽出し、前記メモリに格納された前記撮像面－スクリーン座標変換パラメータによって、前記撮像面座標系における投影基準点の座標値を前記スクリーン座標系における投影基準点の座標値に変換して出力する投影基準点座標抽出手段と、  
 前記投影基準点の前記スクリーン座標系の座標値と前記

4

投影画像の被投影面座標系の座標値とに基づいて、スクリーン－被投影面座標変換パラメータを前記変換パラメータとして推定するスクリーン－被投影面座標変換パラメータ手段と、を有することを特徴とする請求項5記載の画像投影装置。

【請求項7】 前記投影面には、各頂点のスクリーン座標が既知の投影矩形面が配置され、  
 前記投影パラメータ推定手段は、  
 前記画像メモリに格納された前記撮像画像から、前記投影矩形面の各頂点の前記撮像面座標系による座標値を抽出する投影矩形面頂点座標抽出手段と、  
 前記投影矩形面の各頂点の前記撮像面座標系による座標値と前記スクリーン座標系における所定の座標値に基づいて、撮像面－スクリーン座標間変換パラメータを変換パラメータとして推定する撮像面－スクリーン座標変換パラメータ推定手段と、

を備え、  
 前記投影指示点座標計測手段は、撮像された前記投影矩形面の各頂点を前記投影指示点として前記投影指示点座標を計測し、  
 前記投影手段は、前記投影矩形面上に前記投影画像を投影する、  
 ことを特徴とする請求項1、2、3または5いずれか記載の画像投影装置。

【請求項8】 さらに、前記撮像画像の領域のうち前記投影画像領域以外の周辺領域の色を変換する周辺色変換手段を有することを特徴とする請求項1乃至7記載の画像投影装置。

【請求項9】 前記周辺色変換手段は、前記撮像画像の領域のうち前記投影画像領域以外の周辺領域の色を、光を透過させない色に変換することを特徴とする請求項8記載の画像投影装置。

【請求項10】 さらに、前記撮像手段と前記投影手段の光軸を同一にする光軸一致手段を有することを特徴とする請求項1乃至9記載の画像投影装置。

【請求項11】 投影面に画像を投影する画像投影方法であって、  
 投影指示点と計測点を設けた投影面に投光し、  
 前記投影面の投光領域を全て含むように撮影し、  
 撮影した画像をA/D変換してデジタル画像を生成し、  
 前記デジタル画像から前記投影面上の前記計測点の撮像面座標を抽出し、  
 前記計測点の撮像面座標に基づいて、撮像面座標とスクリーン座標間の変換パラメータである撮像面－スクリーン座標変換パラメータを推定し、  
 前記デジタル画像から前記投光領域の4つの頂点を抽出して当該4つの頂点の撮像面座標を求め、  
 前記投光領域の4つの頂点の撮像面座標を前記撮像面－スクリーン座標変換パラメータによってスクリーン座標

(4)

5

に変換し、

前記スクリーン座標に基づいて、スクリーン座標系と被投影面座標系間の変換パラメータであるスクリーンー被投影面座標変換パラメータを推定し、

前記デジタル画像から前記投影指示点の撮像面座標を抽出し、

前記投影指示点の撮像面座標を、前記撮像面ースクリーン座標変換パラメータを用いてスクリーン座標に変換し、

投影画像をロードして、前記スクリーン座標系の座標値を有する想定投影画像を生成し、

前記想定投影画像の前記スクリーン座標系の座標値を前記スクリーンー被投影面座標変換パラメータによって、被投影座標系の座標値に変換して被投影画像を生成し、前記被投影画像を投影することによって、前記想定投影画像と同一の形状でかつ位置決めされた歪みのない投影画像を前記投影面上に形成する、

ことを特徴とする画像投影方法。

【請求項12】 投影面に画像を投影する画像投影方法であって、

投影指示点と投影矩形面を設けた投影面に投光し、前記投影面の投光領域を全て含むように撮影し、

撮影した画像をA/D変換してデジタル画像を生成し、

前記デジタル画像から前記投影面上の前記投影矩形面の4つの頂点の撮像面座標を抽出し、

前記投影矩形面の4つの頂点の撮像面座標に基づいて、撮像面座標とスクリーン座標間の変換パラメータである撮像面ースクリーン座標変換パラメータを推定し、

前記デジタル画像から前記投光領域の4つの頂点を抽出して当該4つの頂点の撮像面座標を求め、

前記投光領域の4つの頂点の撮像面座標を前記撮像面ースクリーン座標変換パラメータによってスクリーン座標に変換し、

前記スクリーン座標に基づいて、スクリーン座標系と被投影面座標系間の変換パラメータであるスクリーンー被投影面座標変換パラメータを推定し、

前記デジタル画像から前記投影指示点の撮像面座標を抽出し、

前記投影指示点の撮像面座標を、前記撮像面ースクリーン座標変換パラメータを用いてスクリーン座標に変換し、

投影画像をロードして、前記スクリーン座標系の座標値を有する想定投影画像を生成し、

前記想定投影画像の前記スクリーン座標系の座標値を前記スクリーンー被投影面座標変換パラメータによって、被投影座標系の座標値に変換して被投影画像を生成し、前記被投影画像を投影することによって、前記想定投影画像と同一の形状でかつ位置決めされた歪みのない投影画像を前記投影面上に形成する、

6

ことを特徴とする画像投影方法。

【請求項13】 前記投光領域の4つの頂点の撮像面座標を求めるステップは、前記投影領域の各辺の直線の方程式をHough変換で求め、それぞれの直線の交点を前記投光領域の4つの頂点の撮像面座標として求めることを特徴とする請求項11または12記載の画像投影方法。

【請求項14】 投影面に画像を投影する画像投影方法であって、

複数の投影基準点を有する投影基準画像を投影面に投影し、

前記投影面の前記投影基準画像を全て含むように撮影し、

撮影した前記投影基準画像をA/D変換してデジタル画像を生成し、

前記デジタル画像から前記投影面上の前記計測点の撮像面座標を抽出し、

前記計測点の撮像面座標に基づいて、撮像面座標とスクリーン座標間の変換パラメータである撮像面ースクリーン座標変換パラメータを推定し、

前記デジタル画像から前記複数の投影基準点を抽出して全ての投影基準点の撮像面座標を求め、

前記全ての投影基準点の撮像面座標を前記撮像面ースクリーン座標変換パラメータによってスクリーン座標に変換し、

前記スクリーン座標に基づいて、スクリーン座標系と被投影面座標系間の変換パラメータであるスクリーンー被投影面座標変換パラメータを推定し、

前記デジタル画像から前記投影指示点の撮像面座標を抽出し、

前記投影指示点の撮像面座標を、前記撮像面ースクリーン座標変換パラメータを用いてスクリーン座標に変換し、

投影画像をロードして、前記スクリーン座標系の座標値を有する想定投影画像を生成し、

前記想定投影画像の前記スクリーン座標系の座標値を前記スクリーンー被投影面座標変換パラメータによって、被投影座標系の座標値に変換して被投影画像を生成し、

前記被投影画像を投影することによって、前記想定投影画像と同一の形状でかつ位置決めされた歪みのない投影画像を前記投影面上に形成する、

ことを特徴とする画像投影方法。

【請求項15】 投影面に画像を投影する画像投影方法であって、

複数の投影基準点を有する投影基準画像を投影面に投影し、

前記投影面の前記投影基準画像を全て含むように撮影し、

撮影した前記投影基準画像をA/D変換してデジタル画像を生成し、

(5)

7

前記デジタル画像から前記投影面上の前記計測点の撮像面座標を抽出し、  
 前記計測点の撮像面座標に基づいて、撮像面座標とスクリーン座標間の変換パラメータである撮像面—スクリーン座標変換パラメータを推定し、  
 前記デジタル画像から前記複数の投影基準点を抽出して全ての投影基準点の撮像面座標を求め、  
 前記全ての投影基準点の撮像面座標を前記撮像面—スクリーン座標変換パラメータによってスクリーン座標に変換し、  
 前記スクリーン座標に基づいて、スクリーン座標系と被投影面座標系間の変換パラメータであるスクリーン—被投影面座標変換パラメータを推定し、  
 前記デジタル画像から前記投影指示点の撮像面座標を抽出し、  
 前記投影指示点の撮像面座標を、前記撮像面—スクリーン座標変換パラメータを用いてスクリーン座標に変換し、  
 投影画像をロードして、前記スクリーン座標系の座標値を有する想定投影画像を生成し、  
 前記想定投影画像の前記スクリーン座標系の座標値を前記スクリーン—被投影面座標変換パラメータによって、被投影座標系の座標値に変換して被投影画像を生成し、  
 前記被投影画像を投影することによって、前記想定投影画像と同一の形状でかつ位置決めされた歪みのない投影画像を前記投影面上に形成する、  
 ことを特徴とする画像投影方法。

【請求項16】 前記スクリーン—被投影面座標変換パラメータを推定するステップは、4点以上の前記投影基準点の前記スクリーン座標に基づいて、最小2乗法でスクリーン—被投影面座標変換パラメータを推定することを特徴とする請求項15記載の画像投影方法。

【請求項17】 前記撮像面—スクリーン座標変換パラメータを推定するステップは、4点以上の前記計測点または前記投影矩形面の4つの頂点の撮像面座標に基づいて、最小2乗法で前記撮像面—スクリーン座標変換パラメータを推定することを特徴とする請求項11乃至16記載の画像投影方法。

【請求項18】 前記想定投影画像を生成するステップの後に、  
 前記想定投影画像のうち前記選択画像以外の部分の色を変換するステップを備えることを特徴とする請求項11乃至17記載の画像投影方法。

【請求項19】 前記想定投影画像を生成するステップの後に、  
 前記想定投影画像のうち前記選択画像以外の部分を光の透過しない色に変換するステップを備えることを特徴とする請求項11乃至17記載の画像投影方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

8

【発明の属する技術分野】本発明は、静止画や動画などの画像を拡大投影する画像投影装置及び画像投影方法に関する。特に、投影時における投影画像を投影可能な範囲内で利用者の指定した位置に任意に歪みなく投影することのできる画像投影装置及び画像投影方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、静止画やビデオなどの動画をスクリーンに投影する液晶プロジェクタのような画像投影装置における投影歪み補正に関する研究開発が盛んに行われている。

【0003】一般的に、画像を投影する液晶プロジェクタのような画像投影装置を用いて画像を投影する場合、歪みなく投影するためにはスクリーンなどの投影平面に対してプロジェクタの投影軸が垂直になるように両者を配置する必要がある。

【0004】図20は、スクリーンなどの投影平面とプロジェクタの位置関係及び投影画像を示す図である。図20(a)は、投影平面に対してプロジェクタの投影軸が垂直な場合を示し、図20(b)は、投影平面に対してプロジェクタの投影軸が垂直でない場合を示している。

【0005】図20において、プロジェクタは、画像を投影する投影部2005と、投影部2005で投影された画像を出力する液晶パネルなどの被投影面2003と、被投影面2003に出力された画像を投影面2001に投影像2004として投影する投影レンズ2002とを備えている。

【0006】図20(a)に示すように、投影面2001に対してプロジェクタの投影軸が垂直な場合、投影面2001に映し出される投影像2004には歪が生じない。一方、図20(b)に示すように、投影面2001に対してプロジェクタの投影軸が垂直でない場合、投影面2001に映し出される投影像2004には歪みが生じてしまうことになる。このような歪みを補正する方法としては、投影面2001上の投影像2004の歪みに関係するパラメータを求め、そのパラメータに基づいて投影対象の画像を予め歪んだ画像に変換して投影する画像投影方法がある。以下、従来の画像投影装置及び画像投影方法について説明する。

【0007】図21は、従来の液晶プロジェクタを用いた画像投影装置を示す図である。図21において、この画像投影装置は、歪み補正のパラメータを計算し、そのパラメータによって歪み補正変換した画像を出力するコンピュータ装置2102と、コンピュータ装置2102からのコンピュータ画面を投影する液晶プロジェクタなどの投影部2103を備えている。ここで、投影部2103は、コンピュータ装置2102からの画像を投影像2004として、キャリブレーション用のスクリーン座標を規定する格子パターンをついた投影面2101に投

(6)

9

影する。

【0008】次に、図21に示した従来の画像投影装置の動作について説明する。

【0009】図22は、図21に示した従来の画像投影装置の動作を示すフローチャートである。図22において、まず、利用者のキー操作によってキャリブレーションモードが設定される(ステップ2201)と、液晶プロジェクタ(投影部)2103は、コンピュータ装置2102からの基準画像パターンを投影面2101に投影する(ステップ2202)。

【0010】利用者は、投影された基準画像パターン像のキャリブレーション用の点のスクリーン座標値 $P_0$ ( $X_{si}$ ,  $Y_{si}$ ) (ここで、例えば、 $i=1\sim 4$ )を読み取る(ステップ2203)。そして、読み取ったスクリーン座標値 $P_0$ ( $X_{si}$ ,  $Y_{si}$ )をコンピュータ装置2102に入力する(ステップ2204)。

&lt;式2&gt;

$$S = V \times P$$

ここで、

$$S = \text{Trans} [k \times X_{si} \quad k \times Y_{si} \quad k]$$

$$\begin{vmatrix} v_1 & v_2 & v_3 \end{vmatrix}$$

$$V = \begin{vmatrix} v_5 & v_6 & v_7 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} v_8 & v_9 & 1 \end{vmatrix}$$

$$P = \text{Trans} [X_{pi} \quad Y_{pi} \quad 1]$$

ただし、記号 $| |$ は行列を示し、Trans $[ ]$ は転置行列を示す。

【0013】ここで $S$ 、 $P$ の対応はそれぞれ既知であるので、4点以上の対応点の組によって $V$ を最小2乗法で推定することができる。以上が、キャリブレーション処理である。

【0014】次に、上記で求めた補正用パラメータ $V$ を用いて、予め記憶されている投影用の画像データを歪みのないように変換して記憶する(ステップ2207)。

【0015】全ての記憶画像について歪み補正の変換処理が完了するまで、ステップ2207の処理を繰り返す(ステップ2208)。この時、歪みを無くすために変換処理を行うのと同様にして、投影面上の任意位置に投影を行うための変換をすることもできる。

【0016】次に、利用者のキー操作により投影モードが設定される(ステップ2209)と、補正済み画像データが、液晶プロジェクタ(投影部)2103によって、投影面2101に投影される(ステップ2210)。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図21に示したような従来の画像投影装置によれば、キャリブレーション時に、利用者が、投影面2101上の格子パターンを基準にしてスクリーン座標を計測することになるため、スクリーン座標の読み取り誤差が生じるという問題があった。

10

\*【0011】全てのスクリーン座標値 $P_0$ ( $X_{si}$ ,  $Y_{si}$ )が入力されたら(ステップ2205)、コンピュータ装置2102は、入力されたスクリーン座標値 $P_0$ ( $X_{si}$ ,  $Y_{si}$ )から補正用パラメータを算出する(ステップ2206)。以下に、補正用パラメータの算出について説明する。

【0012】一般に、投影面2101上の点のスクリーン座標値 $P_0$ ( $X_{si}$ ,  $Y_{si}$ )と、投影部2103内に設けられている被投影面である液晶パネル上の点 $P_1$ ( $X_{pi}$ ,  $Y_{pi}$ )の関係は、以下の<式1>または<式2>のように表される。

&lt;式1&gt;

$$\begin{vmatrix} k \times X_{si} \\ k \times Y_{si} \\ k \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} v_1 & v_2 & v_3 \\ v_5 & v_6 & v_7 \\ v_8 & v_9 & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} X_{pi} \\ Y_{pi} \\ 1 \end{vmatrix}$$

\* ただし、記号 $| |$ は行列を示す。

【0018】また、投影位置の指定を行う場合にも、利用者が、投影面2101上の格子パターンを基準にして位置指定のためのスクリーン座標を計測することになるため、スクリーン座標の読み取り誤差により位置指定の誤差が生じるという問題があった。

30 【0019】したがって、本発明は、上記の問題点を解決するもので、その目的は、スクリーン座標を自動的に計測することができ、投影の歪み補正を含む画像変換パラメータの算出誤差を低減することができる画像投影装置及び画像投影方法を提供することである。

【0020】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明の第1の態様の画像投影装置は、所定のスクリーン座標系を有し、スクリーン座標系の座標値で定義された計測点と、スクリーン座標系の座標値で定義され、投影画像の投影位置や形状を指示する投影指示点とを有する投影面に画像を投影する画像投影装置であって、所定の被投影面座標系を有する液晶パネルを備え、投影面に対して画像の投影を行う投影手段と、投影面上の計測点と投影指示点、及び投影面に投影された画像を撮像画像として撮像する撮像手段と、撮像部で撮像した撮像画像を格納する画像メモリと、キャリブレーションモードまたは投影モードの何れかのモード選択信号を出力するモード入力手段と、撮像された計測点と投影画像に基づいて、スクリーン座標系と被投影面座標系の変換パラメータを推定する投影パラメータ推定手段と、投影



(7)

11

指示点の座標値から投影指示点座標を計測する投影指示点座標計測手段と、変換パラメータと投影指示点座標を格納するメモリと、メモリに格納された投影指示点座標で指定される投影位置に投影画像を配置して、スクリーン座標で表現された想定投影画像を生成する想定投影画像生成手段と、メモリに格納された変換パラメータに基づいて、想定投影画像を被投影面座標系の座標値を有する画像に変換するスクリーン-被投影面座標変換手段と、を有することを特徴とする。

【0021】また、上記課題を解決するため、本発明の第2の態様の画像投影装置は、所定のスクリーン座標系を有し、スクリーン座標系の座標値で定義された計測点と、スクリーン座標系の座標値で定義され、投影画像の投影位置や形状を指示する投影指示点とを有する投影面に画像を投影する画像投影装置であって、所定の被投影面座標系を有する液晶パネルを備え、投影面に対して画像の投影を行う投影手段と、投影面上の計測点と投影指示点、及び投影面に投影された画像を撮像画像として撮像する撮像手段と、撮像部で撮像した撮像画像を格納する画像メモリと、キャリブレーションモードまたは投影モードの何れかのモード選択信号を出力するモード入力手段と、撮像された計測点と投影画像に基づいて、スクリーン座標系と被投影面座標系の変換パラメータを推定する投影パラメータ推定手段と、投影指示点の座標値から投影指示点座標を計測する投影指示点座標計測手段と、変換パラメータと投影指示点座標を格納するメモリと、投影される画像を格納する投影画像蓄積手段と、投影画像蓄積手段から任意の投影画像を選択する投影画像選択手段と、メモリに格納された投影指示点座標で指定される投影位置に投影画像選択手段で選択された投影画像を配置して、スクリーン座標で表現された想定投影画像を生成する想定投影画像生成手段と、メモリに格納された変換パラメータに基づいて、想定投影画像を被投影面座標系の座標値を有する画像に変換するスクリーン-被投影面座標変換手段と、を有することを特徴とする。

【0022】また、上記課題を解決するため、本発明の第3の態様の画像投影装置は、所定のスクリーン座標系を有し、スクリーン座標系の座標値で定義された計測点と、スクリーン座標系の座標値で定義され、投影画像の投影位置や形状を指示する投影指示点とを有する投影面に画像を投影する画像投影装置であって、所定の被投影面座標系を有する液晶パネルを備え、投影面に対して画像の投影を行う投影手段と、投影面上の計測点と投影指示点、及び投影面に投影された画像を撮像画像として撮像する撮像手段と、撮像部で撮像した撮像画像を格納する画像メモリと、キャリブレーションモードまたは投影モードの何れかのモード選択信号を出力するモード入力手段と、撮像された計測点と投影画像に基づいて、スクリーン座標系と被投影面座標系の変換パラメータを推定する投影パラメータ推定手段と、投影指示点の座標値か

12

ら投影指示点座標を計測する投影指示点座標計測手段と、変換パラメータと投影指示点座標を格納するメモリと、投影される画像を格納する投影画像蓄積手段と、投影画像蓄積手段から任意の投影画像を選択する投影画像選択手段と、メモリに格納された投影指示点座標で指定される投影位置に、投影画像選択手段で選択された投影画像または外部から入力された投影画像を配置して、スクリーン座標で表現された想定投影画像を生成する想定投影画像生成手段と、メモリに格納された変換パラメータに基づいて、想定投影画像を被投影面座標系の座標値を有する画像に変換するスクリーン-被投影面座標変換手段と、を有することを特徴とする。

【0023】ここで、投影パラメータ推定手段は、モード入力手段からキャリブレーションモードが出力された際に、撮像手段で撮像された撮像画像を入力するスイッチ手段と、スイッチから入力される撮像画像をアナログ/ディジタル変換するA/D変換手段と、画像メモリに格納された撮像画像から撮像手段で定義される撮像面座標系における計測点の座標値を抽出する計測点抽出手段と、計測点の撮像面座標系における座標値とスクリーン座標系における座標値から撮像面-スクリーン座標間変換パラメータを推定する撮像面-スクリーン座標変換パラメータ推定手段と、画像メモリに格納された撮像画像から投影手段で投影された投影光の4つの頂点の撮像面座標系における座標値をそれぞれ抽出し、メモリに格納された撮像面-スクリーン座標変換パラメータに基づいて、投影光の4つの頂点の撮像面座標系における座標値をスクリーン座標系の座標値に変換して出力する投影光頂点座標抽出手段と、投影光の4つの頂点のスクリーン座標系の座標値と投影画像の被投影面座標系の座標値とに基づいて、スクリーン-被投影面座標変換パラメータを変換パラメータとして推定するスクリーン-被投影面座標変換パラメータ手段と、を有するようにしてもよい。

【0024】また、上記課題を解決するため、本発明の第1の態様の画像投影方法は、投影面に画像を投影する画像投影方法であって、投影指示点と計測点を設けた投影面に投光し、投影面の投光領域を全て含むように撮影し、撮影した画像をA/D変換してディジタル画像を生成し、ディジタル画像から投影面上の計測点の撮像面座標を抽出し、計測点の撮像面座標に基づいて、撮像面座標とスクリーン座標間の変換パラメータである撮像面-スクリーン座標変換パラメータを推定し、ディジタル画像から投光領域の4つの頂点を抽出して当該4つの頂点の撮像面座標を求め、投光領域の4つの頂点の撮像面座標を撮像面-スクリーン座標変換パラメータによってスクリーン座標に変換し、スクリーン座標に基づいて、スクリーン座標系と被投影面座標系間の変換パラメータであるスクリーン-被投影面座標変換パラメータを推定し、ディジタル画像から投影指示点の撮像面座標を抽出

(8)

13

し、投影指示点の撮像面座標を撮像面—スクリーン座標変換パラメータを用いてスクリーン座標に変換し、投影画像をロードして、スクリーン座標系の座標値を有する想定投影画像を生成し、想定投影画像のスクリーン座標系の座標値をスクリーン—被投影面座標変換パラメータによって、被投影座標系の座標値に変換して被投影画像を生成し、被投影画像を投影することによって、想定投影画像と同一の形状でかつ位置決めされた歪みのない投影画像を投影面上に形成する、ことを特徴とする。

【0025】これにより、スクリーン座標の自動計測を可能にし、歪み補正を含む画像変換パラメータ算出の誤差を小さく抑える。

【0026】また、上記課題を解決するため、本発明の第4の態様の画像投影装置は、さらに、投影手段から投影される基準画像を生成する投影基準画像生成手段と、前期投影手段に接続され、モード入力部の出力モードに応じて、基準画像と投影画像の切替を行う切替手段と、を備えることを特徴とする。

【0027】このとき、投影パラメータ推定手段は、モード入力手段からキャリブレーションモードが出力された際に、撮像手段で撮像された撮像画像を入力するスイッチ手段と、スイッチから入力される撮像画像をアナログ／デジタル変換するA/D変換手段と、画像メモリに格納された撮像画像から撮像手段で定義される撮像面座標系における計測点の座標値を抽出する計測点抽出手段と、計測点の撮像面座標系における座標値とスクリーン座標系における座標値から撮像面—スクリーン座標間変換パラメータを推定する撮像面—スクリーン座標変換パラメータ推定手段と、投影基準画像から撮像面座標系における投影基準点の座標値を抽出し、メモリに格納された撮像面—スクリーン座標変換パラメータによって、撮像面座標系における投影基準点の座標値をスクリーン座標系における投影基準点の座標値に変換して出力する投影基準点座標抽出手段と、投影基準点のスクリーン座標系の座標値と投影画像の被投影面座標系の座標値とに基づいて、スクリーン—被投影面座標変換パラメータを変換パラメータとして推定するスクリーン—被投影面座標変換パラメータ手段と、を有するようにするとよい。

【0028】また、上記課題を解決するため、本発明の第2の態様の画像投影方法は、投影面に画像を投影する画像投影方法であって、複数の投影基準点を有する投影基準画像を投影面に投影し、投影面の投影基準画像を全て含むように撮影し、撮影した投影基準画像をA/D変換してデジタル画像を生成し、デジタル画像から投影面上の計測点の撮像面座標を抽出し、計測点の撮像面座標に基づいて、撮像面座標とスクリーン座標間の変換パラメータである撮像面—スクリーン座標変換パラメータを推定し、デジタル画像から複数の投影基準点を抽出して全ての投影基準点の撮像面座標を求め、全ての投影基準点の撮像面座標を撮像面—スクリーン座標変換パ

14

ラメータによってスクリーン座標に変換し、スクリーン座標に基づいて、スクリーン座標系と被投影面座標系間の変換パラメータであるスクリーン—被投影面座標変換パラメータを推定し、デジタル画像から投影指示点の撮像面座標を抽出し、投影指示点の撮像面座標を撮像面—スクリーン座標変換パラメータを用いてスクリーン座標に変換し、投影画像をロードして、スクリーン座標系の座標値を有する想定投影画像を生成し、想定投影画像のスクリーン座標系の座標値をスクリーン—被投影面座標変換パラメータによって、被投影座標系の座標値に変換して被投影画像を生成し、被投影画像を投影することによって、想定投影画像と同一の形状でかつ位置決めされた歪みのない投影画像を投影面上に形成する、ことを特徴とする。

【0029】投影基準画像を生成し、計測点と投影基準画像を用いて投影面座標系と投影部座標系の変換パラメータを推定することで、画像変換パラメータ算出の誤差のより一層の低減を図る。

【0030】また、上記課題を解決するため、本発明の第5の態様の画像投影装置は、投影面には、各頂点がスクリーン座標系における所定の座標値を有する平面矩形画像を配置され、投影パラメータ推定手段は、画像メモリに格納された撮像画像から、平面矩形画像の各頂点の撮像面座標系による座標値を抽出する投影矩形面頂点座標抽出手段と、平面矩形画像の各頂点の撮像面座標系による座標値とスクリーン座標系における所定の座標値に基づいて、撮像面—スクリーン座標間変換パラメータを変換パラメータとして推定する撮像面—スクリーン座標変換パラメータ推定手段と、を備え、投影指示点座標計測手段は、撮像された平面矩形画像の各頂点を投影指示点として投影指示点座標を計測し、投影手段は、平面矩形画像上に投影画像を投影する、ことを特徴とする。

【0031】また、上記課題を解決するため、本発明の第3の態様の画像投影方法は、投影面に画像を投影する画像投影方法であって、投影指示点と投影矩形面を設けた投影面に投光し、投影面の投光領域を全て含むように撮影し、撮影した画像をA/D変換してデジタル画像を生成し、デジタル画像から投影面上の投影矩形面の4つの頂点の撮像面座標を抽出し、投影矩形面の4つの頂点の撮像面座標に基づいて、撮像面座標とスクリーン座標間の変換パラメータである撮像面—スクリーン座標変換パラメータを推定し、デジタル画像から投光領域の4つの頂点を抽出して当該4つの頂点の撮像面座標を求め、投光領域の4つの頂点の撮像面座標を撮像面—スクリーン座標変換パラメータによってスクリーン座標に変換し、スクリーン座標に基づいて、スクリーン座標系と被投影面座標系間の変換パラメータであるスクリーン—被投影面座標変換パラメータを推定し、デジタル画像から投影指示点の撮像面座標を抽出し、投影指示点の撮像面座標を撮像面—スクリーン座標変換パラメータを

(9)

15

用いてスクリーン座標に変換し、投影画像をロードして、スクリーン座標系の座標値を有する想定投影画像を生成し、想定投影画像のスクリーン座標系の座標値をスクリーン被投影面座標変換パラメータによって、被投影座標系の座標値に変換して被投影画像を生成し、被投影画像を投影することによって、想定投影画像と同一の形状でかつ位置決めされた歪みのない投影画像を投影面上に形成する、ことを特徴とする。

【0032】投影面上に配置した平面画像の頂点を計測点として変換パラメータを推定し、平面画像の頂点を投影指示点として投影指示点座標を計測することで、スクリーン上の任意位置に配置した平面画像上に自動的に歪み補正をした投影画像を投影することができる。

【0033】さらに、上述した画像投影装置においては、撮像画像の領域のうち投影画像領域以外の周辺領域の色を変換する周辺色変換手段を有することもできる。この周辺色変換手段は、撮像画像の領域のうち投影画像領域以外の周辺領域の色を、光を透過させない色に変換するようにするとよい。

【0034】また、上述した画像投影方法においては、想定投影画像を生成するステップの後に、想定投影画像のうち選択画像以外の部分の色を変換するステップを備えることもできる。このとき、想定投影画像のうち選択画像以外の部分の色を光の透過しない色に変換するようにするとよい。

【0035】投影領域内の画像情報を有さない周辺部について、光を透過させない色に変換することで、無駄な投影光の部分がなく、歪みを補正した投影画像を提供することができる。

【0036】さらに、上述した画像投影装置においては、撮像手段と投影手段の光軸を同一にする光軸一致手段を有するようにするとよい。

【0037】ハーフミラーなどを設けて投影光軸と撮像光軸を一致させるため、投影面の配置位置に応じて撮像領域を変更する必要がなく、撮像部のパン、チルト及びズーム制御などの初期設定が不要となり、より利便性を向上することができる。

【0038】また、上述した画像投影方法においては、投光領域の4つの頂点の撮像面座標を求めるステップは、投影領域の各辺の直線の方程式をHough変換で求め、それぞれの直線の交点を投光領域の4つの頂点の撮像面座標として求めることができる。また、スクリーン被投影面座標変換パラメータを推定するステップは、4点以上の投影基準点のスクリーン座標に基づいて、最小2乗法でスクリーン被投影面座標変換パラメータを推定するとよい。また、撮像面スクリーン座標変換パラメータを推定するステップは、4点以上の計測点または投影矩形面の4つの頂点の撮像面座標に基づいて、最小2乗法で撮像面スクリーン座標変換パラメータを推定することもできる。

16

【0039】

【発明実施の形態】＜実施の形態1＞以下、本発明の第1の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の画像投影装置の構成の一例を示す図である。図1において、この画像投影装置は、投影面101を撮影するCCD (Charge Coupled Device) カメラなどの撮像部102と、利用者などの外部からキャリブレーションモードや投影モードなどのモード指示を受けるモード入力部103と、モード入力部103でキャリブレーションモードが指定された時に撮像部102で撮影されたアナログ画像情報を出力するスイッチ104と、画像情報のアナログ/ディジタル (A/D) 変換を行うA/D変換部105と、A/D変換されたディジタル画像を蓄積する画像メモリ106と、計測点101aを画像から抽出し、その撮像面座標を出力する計測点抽出部107と、抽出された複数の計測点101aの撮像面座標と計測点101aの投影面101上におけるスクリーン座標から両座標系間の変換パラメータ (撮像面スクリーン座標変換パラメータ) を推定する撮像面スクリーン座標変換パラメータ推定部108と、投影部113から投影される投影光の輪郭四角形の4つの頂点の撮像面座標を抽出して、撮像面スクリーン座標変換パラメータによってそれら撮像面座標をスクリーン座標に変換して出力する投影光頂点抽出部109と、投影光頂点抽出部109で抽出された4頂点のスクリーン座標、撮像面スクリーン座標変換パラメータ及びこの4頂点に対応する被投影面座標からスクリーン座標系と被投影面座標系の変換パラメータ (スクリーン被投影面座標変換パラメータ) を推定するスクリーン被投影面座標変換パラメータ推定部110と、投影指示点101bの撮像面座標を画像から抽出して、撮像面スクリーン座標変換パラメータを用いてそのスクリーン座標を出力する投影指示点座標計測部111と、投影光の輪郭四角形4頂点のスクリーン座標値、投影光指示点101bのスクリーン座標値、撮像面スクリーン面変換パラメータ、スクリーン被投影面座標変換パラメータを記憶するメモリ112と、利用者などの外部から指定され選択された画像を投影する投影部113と、投影モードにおいて利用者などの外部からの入力に応じて投影する画像を選択する投影画像選択部114と、メモリ112に蓄積された投影光の輪郭四角形4頂点座標及び投影指示点座標から投影面101上に投影が想定される画像 (スクリーン座標系で表現) を生成する想定投影画像生成部115と、利用者などの外部から選択された画像を蓄積する投影画像蓄積部116と、スクリーン座標系で表現された想定投影画像をメモリ112に蓄積されたスクリーン被投影面座標変換パラメータによって被投影面座標系で表現した投影画像に変換して出力するスクリーン被投影面座標変換部117と、を備えている。

【0040】ここで、投影面101は、撮像面座標系と

(10)

17

スクリーン座標系の変換パラメータを推定するのに用いられる計測点101aと投影位置を指示する投影指示点101bを有する。

【0041】次に、各座標系について説明する。

【0042】図2は、各座標系関係を示す図である。図2において、撮像面である投影面209をxy平面とし、計測点211の1点を原点とし、その原点を通る空間的にお互いに直交する3直線をXw軸、Yw軸、Zw軸としてスクリーン座標系201を設定する。図2においては、図面上向かって右下の点をスクリーン座標系原点としている。なお、どの計測点211を原点にしてもよい。このスクリーン座標系201の定義によって、投影面209上に配置された計測点211、投影指示点208及び投影光輪郭四角形（以下、単に「投影光」ともいう）210の4頂点のスクリーン座標値（Xw, Yw, 0）を定量化できる。

【0043】また、投影部113（図1）の投影中心を原点とし、投影部113の投影軸方向をz軸方向、液晶パネル等の被投影面をxy平面としてプロジェクタ座標系（Xp, Yp, Zp）を設定する。

【0044】また、XpYp平面に平行な被投影面上に定義される被投影面座標系（xp, yp）203の原点は、投影部113の投影軸（zp軸）がこの被投影面と交わる点である。

【0045】また、撮像部102（図1）のレンズ中心を原点とし、撮像部102の光軸方向をz軸方向、CCD素子面をxy平面としてカメラ座標系204を設定する。

【0046】また、XcYc平面に平行なCCD素子面上に定義される撮像面座標系（xc, yc）205の原点は、撮像部102の光軸（Zc軸）がこの撮像面と交わる点である。

【0047】また、投影部113及び撮像部102は、それぞれ焦点距離Fp206と焦点距離Fc207を有する。

【0048】以下、上記のように構成された画像投影装置の動作について説明する。

【0049】図3は、本発明の画像投影装置の動作を示すフローチャートである。本発明の画像投影装置の動作は、大きくキャリブレーション処理（ステップ301～ステップ311）と投影処理（ステップ312～ステップ

18

\*プ317）の2つの処理で説明することができる。

【0050】最初にキャリブレーション処理（ステップ301～ステップ311）について説明する。

【0051】まず、モード入力部103において利用者などの外部からの入力によってキャリブレーションモードが設定される（ステップ301）と、投影部113が投光された状態（ステップ302）で撮像部102が投光領域を全て含むように撮影を行う（ステップ303）。

【0052】モード入力部103がスイッチ104をON状態にするため、撮像部102で撮影された画像はA/D変換部105に入力され、A/D変換されてデジタル画像として画像メモリ106に格納される。

【0053】図4は、撮影された画像の例を示す図である。図4において、図2と同様のものには、同一の符号を付している。

【0054】次に、計測点抽出部107において、画像メモリ106に格納されているデジタル画像から投影面101上の計測点211を画像処理によって抽出し、その撮像面座標（xc, yc）を出力する（ステップ304）。

【0055】全ての計測点211について全ての抽出を完了したかチェック（ステップ206）し、完了していなければステップ304の処理を繰り返す。なお、計測点211と投影指示点208の画像上での識別は、その色や形などを変えるようにして行うとよい。

【0056】次に、撮像面－スクリーン座標変換パラメータ推定部108において、撮像面座標とスクリーン座標間の変換パラメータ（撮像面－スクリーン座標変換パラメータ）を計測点211から推定し（ステップ306）、この撮像面－スクリーン座標変換パラメータをメモリ112に格納する。ここで、一般に、スクリーン上の点（Xw1, Yw1, 0）とその点が撮像された時の撮像面座標（xcl, ycl）は、以下の<式3>または<式4>のように表すことができる。

<式3>

$$\begin{vmatrix} k \times Xw1 & | & | 11 & 12 & 13 | & | xcl | \\ k \times Yw1 & | & | 15 & 16 & 17 | & \times | ycl | \\ | k & | & | 18 & 19 & 1 | & | 1 | \end{vmatrix}$$

ただし、記号||は行列を示す。

<式4>

$$S1 = L \times C1$$

ここで、

$$S1 = \text{Trans} [k \times Xw1 \quad k \times Yw1 \quad k] \begin{vmatrix} | 11 & 12 & 13 | \\ | 15 & 16 & 17 | \\ | 18 & 19 & 1 | \end{vmatrix}$$

$$L = \begin{vmatrix} | 15 & 16 & 17 | \\ | 18 & 19 & 1 | \end{vmatrix}$$

$$C1 = \text{Trans} [xcl \quad ycl \quad 1]$$

ただし、記号||は行列を示し、Trans[]は転置行列を示す。

(11)

19

【0057】ここで、それぞれの計測点211の撮像面座標(xc1, yc1)とスクリーン座標(Xw1, Yw1, 0)の対応関係は既知であるので、4点以上の計測点211の対応によって変換パラメータ行列Lを最小2乗法で推定することができる。

【0058】次に、投影光頂点抽出部109において、デジタル画像より投影光210の輪郭四角形の4頂点を画像処理によって抽出し、その撮像面座標(xc2, yc2)を求め、それら撮像面座標を撮像面—スクリーン座標変換パラメータによってスクリーン座標(Xw2, Yw2, 0)に変換する(ステップ307)。

【0059】このスクリーン座標(Xw2, Yw2, 0)をメモリ112に格納し、かつスクリーン—被投影面座標変換パラメータ推定部110に出力する。また、処理後の画像をメモリ112に出力する。そして、4つの頂点全ての処理が終了するまで(ステップ308)、ステップ307の処理を繰り返す。ここで、4頂点の撮像面座

&lt;式6&gt;

$$P2 = M \times S2$$

ここで、

$$S2 = \text{Trans} [Xw2 \ Yw2 \ 1]$$

$$| m1 \ m2 \ m3 |$$

$$M = | m5 \ m6 \ m7 |$$

$$| m8 \ m9 \ 1 |$$

$$P2 = \text{Trans} [k \times xp2 \ k \times yp2 \ k]$$

ただし、記号||は行列を示し、Trans[]は転置行列を示す。

【0062】ここで、投影光210の輪郭四角形4頂点の被投影面座標(xp2, yp2)は、液晶パネル上の被投影矩形領域の4頂点に対応するため、容易に求めることができる。よって、4頂点の被投影面座標とスクリーン座標双方が既知となるため、その対応を用いて<式5>の連立方程式を解くことにより、スクリーン—被投影面座標変換パラメータMを推定することができる。

【0063】次に、投影指示点座標計測部111において、デジタル画像より投影指示点208を画像処理によって抽出し、その撮像面座標(xc3, yc3)を求め、メモリ112に格納されている撮像面—スクリーン座標変換パラメータを用いて(xc3, yc3)をスクリーン座標(Xw3, Yw3, 0)に変換し(ステップ310)、メモリ112に格納する。

【0064】ここで、複数の投影指示点208がある場合には、ステップ310の処理を繰り返す(ステップ311)。この複数の投影指示点208の配置によって、投影位置やその投影の縦横比などを指定することもできる。

【0065】以上のステップ310～311の処理がキャリブレーション処理となる。次に、投影処理について説明する。

【0066】モード入力部103において、利用者など

20

\* 標(xc2, yc2)は、例えば、投影光210の輪郭四角形の各辺の直線の方程式をHough変換などで求め、その4直線の交点を求めることで得ることができる。

【0060】次に、スクリーン—被投影面座標変換パラメータ推定部110において、スクリーン座標系と被投影面座標系間の変換パラメータ(スクリーン—被投影面座標変換パラメータ)を4頂点を用いて推定し(ステップ309)、メモリ112に格納する。

【0061】一般に、スクリーン上の点(Xw2, Yw2, 0)とその点の液晶パネル上の被投影面座標(xp2, yp2)は、以下の<式5>または<式6>のように表すことができる。

&lt;式5&gt;

$$\begin{vmatrix} k \times xp2 \\ k \times yp2 \\ k \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} m1 & m2 & m3 \\ m5 & m6 & m7 \\ m8 & m9 & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} Xw2 \\ Yw2 \\ 1 \end{vmatrix}$$

ただし、記号||は行列を示す。

の外部からの入力により投影モードが設定され(ステップ312)、投影画像選択部114において投影画像が選択される(ステップ313)と、変換処理を経て投影画像が投影部113によって投影される。

【0067】図5は、投影の一例の様子を示す図である。図5に示すように、投影光(投影画像)210が投影指示点208を左上頂点として歪みなく投影される。

【0068】投影画像選択部114において、利用者などの外部から投影画像が選択される(ステップ313)と、想定投影画像生成部115では、投影画像蓄積部116から選択画像をロードして、投影面101上に投影される投影像と同一の想定投影画像を生成する(ステップ314)。

【0069】図6は、想定投影画像を示す図である。この想定投影画像は、スクリーン座標系で表現され、スクリーン上に投影される投影像と同一の画像である。選択画像501は投影指示点208を左上頂点に一致するように、かつ投影光210の領域内に全体が納まるように拡大または縮小されて配置される。

【0070】次に、スクリーン—被投影面座標変換部117では、図6に示すスクリーン座標系表現の想定投影画像をスクリーン—被投影面座標変換パラメータMにより、被投影座標系表現にし、被投影画像を生成する(ステップ315)。

【0071】そして、この被投影画像を投影部113で

(12)

21

投影する(ステップ316)と、想定投影画像と同一の形状かつ位置決めされた歪みのない投影画像が投影面101上に形成される。

【0072】次に、利用者などの外部から投影終了が選択される(ステップ317)まで、ステップ313～ステップ316の処理が繰り返される。

【0073】なお、上述の実施の形態では、投影指示点208が1つの場合について説明したが、この他にも、例えば、2点の投影指示点208で選択画像501の左辺を示すようにして、その投影位置だけでなく投影縮尺を指示することもできる。

【0074】図7は、2点の投影指示点208で定められた線分701と選択画像501の左辺とが一致するように、選択画像501を配置した例を示す図である。ここで、図7(a)は、選択画像501の配置前を示し、図7(b)は、選択画像501の配置後を示す。図7の場合、選択画像501の元々の縦横比 $x:y$ は、投影面209上でも保持される。また、選択画像501の縦横比 $x:y$ を変えるような指示も投影指示点208を3点以上に設定することによって可能となる。

【0075】図8は、3点の投影指示点208で定められた線分701と選択画像501の左辺とが、及び線分801と選択画像501の底辺とが一致するように、選択画像501を配置した例を示す図である。ここで、図8(a)は、選択画像501の配置前を示し、図8(b)は、選択画像501の配置後を示す。図8の場合、選択画像501の元々の縦横比 $x:y$ は、線分701と線分801の比 $x':y'$ に変換して投影される。この縦横比の変更における選択画像501の変換は、簡単な線形変換で実現することができる。また、選択画像の形状を変えるような指示も投影指示点208を4点以上設定することで可能になる。

【0076】図9は、4点の投影指示点208と選択画像501の4つの頂点位置を一致するように変形配置を行った図である。ここで、図9(a)は、選択画像501の配置前を示し、図9(b)は、選択画像501の配置後を示す。図9に示したような形状変更についての選択画像501の変換は、ワーピングなどの非線形変換を用いて行うことができる。

【0077】以上のように、本実施の形態によれば、キャリブレーション処理用の撮像部102及びキャリブレーション処理実行部を備えることにより、利用者などの外部からの設定に応じた位置に、歪みなく選択画像を投影することができる。

【0078】なお、本実施の形態では、投影画像蓄積部116に蓄積され、利用者により選択された投影画像(選択画像)を歪み無く投影する装置を例に説明しているが、投影画像は外部より入力されるデジタル画像でもよい。これにより、A/Dコンバータなどを用いればアナログ信号として存在するテレビジョン信号などに

22

いても歪みの無い投影が可能となる。

【0079】また、利用者による座標読み取りなどの計測手続きが必要ないため、簡易に位置決め投影ができ、位置決め及び歪み補正の精度を向上することができる。

【0080】<実施の形態2>以下、本発明の第2の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0081】図10は、本発明の画像投影装置の構成の一例を示す図である。なお、図10において、図1と同様の構成については同一の符号を付している。図10に示した画像投影装置は、投影面101を撮影するCCDカメラなどの撮像部102と、利用者などの外部からキャリブレーションモードや投影モードなどのモード指示を受けるモード入力部103と、モード入力部103でキャリブレーションモードが指定された時に撮像部102で撮影されたアナログ画像情報を出力するスイッチ104と、画像情報のアナログ/デジタル(A/D)変換を行うA/D変換部105と、A/D変換されたデジタル画像を蓄積する画像メモリ106と、計測点101aを画像から抽出し、その撮像面座標を出力する計測点抽出部107と、抽出された複数の計測点101aの撮像面座標と計測点101aの投影面101上におけるスクリーン座標から両座標系間の変換パラメータ(撮像面—スクリーン座標変換パラメータ)を推定する撮像面—スクリーン座標変換パラメータ推定部108と、キャリブレーションモードと投影モードにおける投影画像の切替を行う切替スイッチ1001と、キャリブレーションモードにおいて使用する投影基準画像を生成する投影基準画像生成部1002と、利用者などの外部から指定され選択された画像を投影する投影部113と、投影部113から投影される投影基準画像から投影基準点を画像処理によって抽出してその撮像面座標を求め、後述するメモリ112に格納されている撮像面—スクリーン座標変換パラメータによって当該撮像面座標をスクリーン座標に変換する投影基準点座標抽出部1003と、投影基準点座標抽出部1003で抽出された投影基準点のスクリーン座標、撮像面—スクリーン座標変換パラメータ及び投影基準点に対応する被投影面座標からスクリーン座標系と被投影面座標系の変換パラメータ(スクリーン—被投影面座標変換パラメータ)を推定するスクリーン—被投影面座標変換パラメータ推定部1004と、投影指示点101bの撮像面座標を画像から抽出して、撮像面—スクリーン座標変換パラメータを用いてそのスクリーン座標を出力する投影指示点座標計測部111と、投影基準点のスクリーン座標値、投影光指示点101bのスクリーン座標値、撮像面—スクリーン面変換パラメータ、スクリーン—被投影面変換パラメータを記憶するメモリ112と、投影モードにおいて利用者などの外部からの入力に応じて投影する画像を選択する投影画像選択部114と、メモリ112に蓄積された投影光の輪郭四角形4頂点座標及び投影指示点座標から投影面101上

(13)

23

に投影が想定される画像（スクリーン座標系で表現）を生成する想定投影画像生成部115と、利用者などの外部から選択された画像を蓄積する投影画像蓄積部116と、スクリーン座標系で表現された想定投影画像をメモリ112に蓄積されたスクリーン被投影面座標変換パラメータによって被投影面座標系で表現した投影画像に変換して出力するスクリーン被投影面座標変換部117と、を備えている。

【0082】本実施の形態では、スクリーン被投影面座標変換パラメータの推定精度を向上するために、投影基準画像を投影し、その4点以上の投影基準点の座標値を用いることによって、最小2乗法での推定精度を向上させる。

【0083】図11は、4点以上の投影基準点1102を有する投影基準画像1101を投影面209上に投影した図である。

【0084】以下、本実施の形態による画像投影装置の動作について説明する。

【0085】図12は、本実施の形態による画像投影装置の動作を示すフローチャートである。ここで、図12において、図3と同一の処理を行うステップについては同一のステップ番号を付している。

【0086】最初に、キャリブレーション処理（ステップ301～ステップ311）における動作について説明する。まず、モード入力部103において利用者の入力によりキャリブレーションモードが設定される（ステップ301）と、切替スイッチ1001が作動し、投影部113は、投影基準画像生成部1002で生成された投影基準画像1101（図11）を投影する（ステップ1201）。

【0087】次に、撮像部102が投影基準画像1101を全て含むように撮影を行う（ステップ303）。

【0088】次に、撮影した画像をスイッチ104からA/D変換部105に入力し、A/D変換部105でA/D変換した後、デジタル画像として画像メモリ106に格納する。

【0089】次に、計測点抽出部107において、計測点の撮像面座標 $(x_c, y_c)$ を抽出（ステップ304）し、全ての計測点211について抽出が完了するまでステップ304の処理を繰り返す（ステップ305）。

【0090】次に、撮像面—スクリーン座標変換パラメータ推定部108において、撮像面座標とスクリーン座標間の変換パラメータを推定（ステップ306）し、メモリ112に格納する。

【0091】次に、投影基準点座標抽出部1003において、撮像された全ての投影基準点1102を画像処理により抽出し、その撮像面座標 $(x_{c2}, y_{c2})$ を求める。そして、それらの撮像面座標 $(x_{c2}, y_{c2})$ を撮像面—スクリーン座標変換パラメータによってスクリーン座標 $(X_{w2}, Y_{w2}, 0)$ に変換して（ステップ120

24

2）、メモリ112に格納し、かつスクリーン被投影面座標変換パラメータ推定部1004へ出力する。そして、全ての投影基準点1102についての処理が終了するまでステップ1202の処理を繰り返す（ステップ1203）。なお、計測点211、投影指示点208、投影基準点1102の識別は、それぞれの点の色や形状などを変えることによって行うとよい。

【0092】次に、スクリーン被投影面座標変換パラメータ推定部1004において、スクリーン座標系と被投影面座標系間の変換パラメータを投影基準点102を用いて推定し（ステップ1204）、メモリ112に格納する。上述の<式5>における $X_{w2}$ と $Y_{w2}$ の値は、投影基準点抽出部1003で得られており、また<式5>における $x_{p2}$ と $y_{p2}$ の値は、投影部113の液晶パネル上における被投影面座標であるため、液晶パネルサイズと投影基準画像の比がわかっているれば容易に求めることができる。よって、投影基準点1102が4点以上あれば、変換パラメータ（<式6>におけるM）は、最小2乗法によって推定することができる。

【0093】次に、投影指示点座標計測部111において、デジタル画像より投影指示点208を画像処理によって抽出し、その撮像面座標 $(x_{c3}, y_{c3})$ を求め、メモリ112に格納されている撮像面—スクリーン座標変換パラメータを用いて $(x_{c3}, y_{c3})$ をスクリーン座標 $(X_{w3}, Y_{w3}, 0)$ に変換し（ステップ310）、メモリ112に格納する。

【0094】ここで、複数の投影指示点208がある場合には、ステップ310の処理を繰り返す（ステップ311）。この複数の投影指示点208の配置によって、投影位置やその投影の縦横比などを指定することもできる。

【0095】以上のステップ310～311の処理がキャリブレーション処理となる。次に、投影処理について説明する。

【0096】モード入力部103において、利用者などの外部からの入力により投影モードが設定される（ステップ312）と、モード入力部103からの投影モードを示す出力信号をうけた切替スイッチ301は、スクリーン被投影面座標変換部117の出力を投影部113に入力するように作動する。そして、投影画像選択部114において投影画像が選択される（ステップ313）と、投影画像が投影部113によって投影される。

【0097】投影画像選択部114において、利用者などの外部から投影画像が選択される（ステップ313）と、想定投影画像生成部115では、投影画像蓄積部116から選択画像をロードして、投影面101上に投影される投影像と同一の想定投影画像を生成する（ステップ314）。

【0098】次に、スクリーン被投影面座標変換部117では、図6に示すスクリーン座標系表現の想定投影



(14)

25

画像をスクリーン被投影面座標変換パラメータMにより、被投影座標系表現にし、被投影画像を生成する（ステップ315）。

【0099】そして、この被投影画像を投影部113で投影する（ステップ316）と、想定投影画像と同一の形状かつ位置決めされた歪みのない投影画像が投影面101上に形成される。

【0100】次に、利用者などの外部から投影終了が選択される（ステップ317）まで、ステップ313～ステップ316の処理が繰り返される。

【0101】なお、本実施の形態では、投影画像蓄積部116に蓄積され、利用者により選択された投影画像（選択画像）を歪み無く投影する装置を例に説明しているが、投影画像は外部より入力されるデジタル画像でもよい。これにより、A/Dコンバータなどを用いればアナログ信号として存在するテレビジョン信号などについても歪みの無い投影が可能となる。

【0102】以上のように、本実施の形態によれば、キャリブレーション処理用の撮像部102及びキャリブレーション処理の実行部を備えることにより、投影位置の指定精度が大幅に向上し、投影歪み補正の精度を大幅に向上することができる。

【0103】また、利用者による座標読み取りなどの計測手続きが必要ないため、簡易に位置決め投影ができ、位置決め及び歪み補正の精度を大幅に向上することができる。

【0104】＜実施の形態3＞以下本発明の第3の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0105】図13は、本発明の画像投影装置の構成の一例を示す図である。なお、図13において、図1と同様の構成については同一の符号を付している。図13に示した画像投影装置は、投影位置と投影領域を指定する長方形の投影矩形面1301が投影されている投影面101を撮影するCCDカメラなどの撮像部102と、利用者などの外部からキャリブレーションモードや投影モードなどのモード指示を受けるモード入力部103と、モード入力部103でキャリブレーションモードが指定された時に撮像部102で撮影されたアナログ画像情報を出力するスイッチ104と、画像情報のアナログ/デジタル（A/D）変換を行うA/D変換部105と、A/D変換されたデジタル画像を蓄積する画像メモリ106と、投影矩形面1301の4つの頂点をデジタル画像から抽出し、その撮像面座標を出力する投影矩形面頂点抽出部1302と、抽出された投影矩形面1301の4つの頂点とその頂点の投影面101上におけるスクリーン座標から両座標系間の変換パラメータ（撮像面スクリーン座標変換パラメータ）を推定する撮像面スクリーン座標変換パラメータ推定部1303と、投影矩形面1301の4つの頂点の撮像面座標を抽出して、撮像面スクリーン座標変換パラメータによってそれら

26

撮像面座標をスクリーン座標に変換して出力する投影光頂点抽出部109と、投影光頂点抽出部109で抽出された4頂点のスクリーン座標、撮像面スクリーン座標変換パラメータ及びこの4頂点に対応する被投影面座標からスクリーン座標系と被投影面座標系の変換パラメータ（スクリーン被投影面座標変換パラメータ）を推定するスクリーン被投影面座標変換パラメータ推定部110と、投影矩形面1301の撮像面座標と撮像面スクリーン座標変換パラメータを用いてスクリーン座標から投影指示点座標を計測する投影指示点座標計測部1304と、投影矩形面1301の4頂点のスクリーン座標値、投影矩形面1301のスクリーン座標値、撮像面スクリーン面変換パラメータ、スクリーン被投影面変換パラメータを記憶するメモリ112と、利用者などの外部から指定され選択された画像を投影する投影部113と、投影モードにおいて利用者などの外部からの入力に応じて投影する画像を選択する投影画像選択部114と、メモリ112に蓄積された投影矩形面1301の4頂点座標から投影面101上に投影が想定される画像

（スクリーン座標系で表現）を生成する想定投影画像生成部115と、利用者などの外部から選択された画像を蓄積する投影画像蓄積部116と、スクリーン座標系で表現された想定投影画像をメモリ112に蓄積されたスクリーン被投影面座標変換パラメータによって被投影面座標系で表現した投影画像に変換して出力するスクリーン被投影面座標変換部117と、を備えている。

【0106】上述の画像投影装置においては、投影面101上に配置した全ての頂点（4頂点）の相対的な位置関係が既知である投影矩形面1301（例えば、A3サイズやB3サイズなどの所定サイズの用紙など）の上に完全に重なるが、もしくはその矩形内に縦横比を保った状態で選択画像を投影することによって、投影矩形面1301の4頂点を上述の第1の実施の形態における計測点および投影指示点として扱い、キャリブレーション処理及び投影処理を行う。

【0107】以下、本実施の形態における画像投影装置の動作について説明する。

【0108】図14は、本実施の形態による画像投影装置の動作を示すフローチャートである。ここで、図14において、図3と同一の処理を行うステップについては同一のステップ番号を付している。

【0109】最初に、キャリブレーション処理（ステップ301～ステップ1404）における動作について説明する。まず、モード入力部103において利用者などの外部からの入力によりキャリブレーションモードが設定される（ステップ301）と、投影部113が投光された状態（ステップ302）で撮像部102が投光領域全てを含むように撮影を行う（ステップ303）。

【0110】次に、撮影による画像は、スイッチ104からA/D変換部105に入力され、A/D変換部10



(15)

27

5でA/D変換されて画像メモリ106に格納される。

【0111】図15は、投影面209に撮影された画像の例を示す図である。図15において、投影面209及び投影矩形面1301上に投影光210が投影されている。以降この図15を用いて本実施の形態による画像投影装置の動作について説明する。

【0112】次に、投影矩形面抽出部1302において、図15に示す画像から投影矩形面1301の頂点を画像処理により抽出して、その撮像面座標(xc, yc)をメモリ112に格納し、撮像面-スクリーン座標変換パラメータ推定部1303に出力する(ステップ1401)。そして、4つの頂点全てについて抽出を完了したかチェックし(ステップ1402)、完了していなければステップ1401の処理を繰り返す。4頂点の撮像面座標(xc, yc)は、例えば、投影矩形面1301の輪郭四角形の各辺の直線方程式をHough変換などで求め、その4直線の交点を求めることで得ることができる。

【0113】次に、撮像面-スクリーン座標変換パラメータ推定部108において、撮像面座標とスクリーン座標間の変換パラメータ(撮像面-スクリーン座標変換パラメータ)を投影矩形面1301の4頂点より推定し(ステップ1403)、この撮像面-スクリーン座標変換パラメータをメモリ112に格納する。このようにして、上述した<式4>に示す変換パラメータ行列Lを推定することができる。

【0114】次に、投影光頂点抽出部109において、投影光210の4頂点の全てのスクリーン座標を算出し(ステップ307及びステップ308)、メモリ112に格納する。

【0115】次に、スクリーン-被投影面座標変換パラメータ推定部110において、スクリーン座標系と被投影面間の変換パラメータを投影光210の4頂点を用いて推定し(ステップ309)、メモリ112に格納する。

【0116】次に、投影指示点座標計測1304において、ステップ1401で得られメモリ112に格納されている投影矩形面1301の4頂点の座標(xc2, yc2)を同じくメモリ112に格納されている撮像面-スクリーン座標変換パラメータを用いてスクリーン座標(Xw3, Yw3, 0)に変換し(ステップ1404)、これを投影指示点としてメモリ112に格納する。以上がキャリブレーション処理となる。

【0117】以下、投影処理(ステップ312～ステップ317)に関しては、上述のステップ1404で得られた投影矩形面1301の4頂点を投影指示点として扱うことで、図3に示した処理と同様の処理を行うことができる。

【0118】モード入力部103において、利用者などの外部からの入力により投影モードが設定され(ステッ

28

312)、投影画像選択部114において投影画像が選択される(ステップ313)と、変換処理を経て投影画像が投影部113によって投影される。

【0119】また、投影画像選択部114において、利用者などの外部から投影画像が選択される(ステップ313)と、想定投影画像生成部115では、投影画像蓄積部116から選択画像をロードして、投影面101上に投影される投影像と同一の想定投影画像を生成する(ステップ314)。

【0120】次に、スクリーン-被投影面座標変換部117では、図6に示すスクリーン座標系表現の想定投影画像をスクリーン-被投影面座標変換パラメータMにより、被投影座標系表現にし、被投影画像を生成する(ステップ315)。

【0121】そして、この被投影画像を投影部113で投影する(ステップ316)と、想定投影画像と同一の形状かつ位置決めされた歪みのない投影画像が投影面101上に形成される。

【0122】次に、利用者などの外部から投影終了が選択される(ステップ317)まで、ステップ313～ステップ316の処理が繰り返される。

【0123】なお、本実施の形態では、投影画像蓄積部116に蓄積され、利用者により選択された投影画像(選択画像)を歪み無く投影する装置を例に説明しているが、投影画像は外部より入力されるデジタル画像でもよい。これにより、A/Dコンバータなどを用いればアナログ信号として存在するテレビジョン信号などについても歪みの無い投影が可能となる。

【0124】以上、本実施の形態においては、投影矩形面1301の4頂点を実施の形態1における計測点211かつ投影指示点208として処理したが、投影矩形面1301を利用せずに、計測点211と投影指示点208を兼ねる4点を投影面上に配置してもよい。

【0125】以上、本実施の形態によれば、キャリブレーション処理用の撮像部102及びキャリブレーション処理の実行部を備えるため、投影面101上の特定矩形領域上に歪みなく選択画像を投影することができる。

【0126】また、利用者などによる座標読み取りなどの計測手続きが必要ないため、簡易に位置決め投影ができ、位置決め及び歪み補正の精度を大幅に向上することができる。

【0127】以下<実施の形態4>以下本発明の第4の実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0128】図16は、本発明の画像投影装置の構成の一例を示す図である。なお、図16において、図1と同様の構成については同一の符号を付している。図16に示した画像投影装置は、投影面101を撮影するCCDカメラなどの撮像部102と、利用者などの外部からキャリブレーションモードや投影モードなどのモード指示を受けるモード入力部103と、モード入力部103で

(16)

29

キャリブレーションモードが指定された時に撮像部102で撮影されたアナログ画像情報を出力するスイッチ104と、画像情報のアナログ/デジタル(A/D)変換を行うA/D変換部105と、A/D変換されたデジタル画像を蓄積する画像メモリ106と、計測点101aを画像から抽出し、その撮像面座標を出力する計測点抽出部107と、抽出された複数の計測点101aの撮像面座標と計測点101aの投影面101上におけるスクリーン座標から両座標系間の変換パラメータ(撮像面-スクリーン座標変換パラメータ)を推定する撮像面-スクリーン座標変換パラメータ推定部108と、投影部113から投影される投影光の輪郭四角形の4つの頂点の撮像面座標を抽出して、撮像面-スクリーン座標変換パラメータによってそれら撮像面座標をスクリーン座標に変換して出力する投影光頂点抽出部109と、投影光頂点抽出部109で抽出された4頂点のスクリーン座標、撮像面-スクリーン座標変換パラメータ及びこの4頂点に対応する被投影面座標からスクリーン座標系と被投影面座標系の変換パラメータ(スクリーン-被投影面座標変換パラメータ)を推定するスクリーン-被投影面座標変換パラメータ推定部110と、投影指示点101bの撮像面座標を画像から抽出して、撮像面-スクリーン座標変換パラメータを用いてそのスクリーン座標を出力する投影指示点座標計測部111と、投影光の輪郭四角形4頂点のスクリーン座標値、投影光指示点101bのスクリーン座標値、撮像面-スクリーン座標変換パラメータ、スクリーン-被投影面座標変換パラメータを記憶するメモリ112と、利用者などの外部から指定され選択された画像を投影する投影部113と、投影モードにおいて利用者などの外部からの入力に応じて投影する画像を選択する投影画像選択部114と、メモリ112に蓄積された投影光の輪郭四角形4頂点座標及び投影指示点座標から投影面101上に投影が想定される画像(スクリーン座標系で表現)を生成する想定投影画像生成部115と、利用者などの外部から選択された画像を蓄積する投影画像蓄積部116と、想定投影画像生成部115から出力される想定投影画像において利用者などの外部から選択された選択画像の存在しない周辺部の色を光を透過させない色、例えば、黒色など、に変換する周辺色変換部1601と、周辺色変換部1601で処理されたスクリーン座標系表現の想定投影画像をメモリ112に蓄積されたスクリーン-被投影面座標変換パラメータによって被投影面座標系で表現した投影画像に変換して出力するスクリーン-被投影面座標変換部117と、を備えている。

【0129】本実施に形態においては、投影すべき選択画像に無関係な周辺光部分のない、位置合せされた歪みのない投影を行うために、想定投影画像において選択画像の存在しない周辺部の色を黒色などの光を透過させない色に変換する投影処理を行う。

30

【0130】以下、本実施の形態における画像投影装置の動作について説明する。

【0131】図17は、本実施の形態による画像投影装置の動作を示すフローチャートである。ここで、図17において、図3と同一の処理を行うステップについては同一のステップ番号を付している。

【0132】ここで、キャリブレーション処理(ステップ301~ステップ311)の動作については、上述の実施の形態1(図3)と全く同じ動作とすることができる。すなわち、まず、モード入力部103において利用者などの外部からの入力によってキャリブレーションモードが設定される(ステップ301)と、投影部113が投光された状態(ステップ302)で撮像部102が投光領域を全て含むように撮影を行う(ステップ303)。

【0133】モード入力部103がスイッチ104をON状態にするため、撮像部102で撮影された画像はA/D変換部105に入力され、A/D変換されてデジタル画像として画像メモリ106に格納される。

【0134】次に、計測点抽出部107において、画像メモリ106に格納されているデジタル画像から投影面101上の計測点211を画像処理によって抽出し、その撮像面座標( $x_c, y_c$ )を出力する(ステップ304)。

【0135】全ての計測点211について全ての抽出を完了したかチェック(ステップ206)し、完了していなければステップ304の処理を繰り返す。

【0136】次に、撮像面-スクリーン座標変換パラメータ推定部108において、撮像面座標とスクリーン座標間の変換パラメータ(撮像面-スクリーン座標変換パラメータ)を計測点211から推定し(ステップ306)、この撮像面-スクリーン座標変換パラメータをメモリ112に格納する。

【0137】次に、投影光頂点抽出部109において、デジタル画像より投影光210の輪郭四角形の4頂点を画像処理によって抽出し、その撮像面座標( $x_{c2}, y_{c2}$ )を求め、それら撮像面座標を撮像面-スクリーン座標変換パラメータによってスクリーン座標( $X_{w2}, Y_{w2}, 0$ )に変換する(ステップ307)。

【0138】このスクリーン座標( $X_{w2}, Y_{w2}, 0$ )をメモリ112に格納し、かつスクリーン-被投影面座標変換パラメータ推定部110に出力する。また、処理後の画像をメモリ112に出力する。そして、4つの頂点全ての処理が終了するまで(ステップ308)、ステップ307の処理を繰り返す。

【0139】次に、スクリーン-被投影面座標変換パラメータ推定部110において、スクリーン座標系と被投影面座標系間の変換パラメータ(スクリーン-被投影面座標変換パラメータ)を4頂点を用いて推定し(ステップ309)、メモリ112に格納する。

(17)

31

【0140】次に、投影指示点座標計測部111において、デジタル画像より投影指示点208を画像処理によって抽出し、その撮像面座標(xc3, yc3)を求め、メモリ112に格納されている撮像面—スクリーン座標変換パラメータを用いて(xc3, yc3)をスクリーン座標(Xw3, Yw3, 0)に変換し(ステップ310)、メモリ112に格納する。

【0141】ここで、複数の投影指示点208がある場合には、ステップ310の処理を繰り返す(ステップ311)。この複数の投影指示点208の配置によって、投影位置やその投影の縦横比などを指定することもできる。

【0142】以上のステップ310～311の処理がキャリブレーション処理となる。次に、投影処理(ステップ312～ステップ317)の動作について説明する。

【0143】モード入力部103において利用者などの外部からの入力により投影モードが設定され(ステップ312)、投影画像選択部114において投影画像が選択される(ステップ313)と、変換処理を経て投影画像が投影される。

【0144】図18は、投影画像を投影面に投影した様子を示す図である。図18に示すように、投影光(投影画像)210が投影指示点208を左上頂点として歪みなく投影される。図18において、選択画像501の周辺部は、上述の図5に示した場合とは異なり、光が透過せず投影面209上では投影光210の当たっていない部分と同じ色になる。

【0145】このように、投影画像選択部114において利用者などの外部から投影画像が選択される(ステップ313)と、想定投影画像生成部115では、投影画像蓄積部116から選択画像をロードして、投影面101上に投影される投影像と同一の想定投影画像を生成する(ステップ314)。

【0146】次に、周辺色変換部1601は、想定投影画像における選択画像501の存在しない部分の色を黒色などの光を透過させない色に変換する(ステップ1701)。

【0147】スクリーン—被投影面座標変換部117では、スクリーン座標系表現の想定投影画像をスクリーン—被投影面座標変換パラメータMにより、被投影面座標系表現にし、被投影画像を生成する(ステップ315)。

【0148】そして、この被投影画像を投影部113で投影する(ステップ316)と、想定投影画像と同一の形状かつ位置決めされた歪みのない投影画像が投影面101上に形成される。

【0149】次に、利用者などの外部から投影終了が選択される(ステップ317)まで、ステップ313～ステップ316の処理が繰り返される。

【0150】なお、本実施の形態では、投影画像蓄積部116に蓄積され、利用者により選択された投影画像

32

(選択画像)を歪み無く投影する装置を例に説明しているが、投影画像は外部より入力されるデジタル画像でもよい。これにより、A/Dコンバータなどを用いればアナログ信号として存在するテレビジョン信号などについても歪みの無い投影が可能となる。

【0151】また、本実施の形態では、周辺色変換部1601により想定投影画像において投影画像の存在しない周辺部の色を黒色などの光を透過しない色に変換する例を示しているが、周辺部の色はスクリーン色と同色の色やデザイン効果を狙った他の色でもよい。

【0152】以上、本実施の形態について説明したが、本実施の形態は、上述した実施の形態1～3の何れにも適用することができる。

【0153】以上のように、本実施の形態によれば、投影光の領域のうち利用者などの外部から指定された画像の存在しない部分の色を、光の透過しない色に変換する周辺色変換部1601を備えることで、投影光部分の存在しない無駄な領域を整形し、位置決めして歪みを補正した投影をすることができる。

【0154】また、利用者などの座標読み取りなどの計測手続きが必要ないため、簡易に位置決めして投影することができ、位置決め及び歪み補正の精度を大幅に向上させることができる。

【0155】＜実施の形態5＞以下本発明の第5の実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0156】図19は、本発明の画像投影装置の実施の形態の一例を示す図である。なお、図19において、図1と同様の構成については同一の符号を付している。図19に示した画像投影装置は、投影面101を撮影するCCDカメラなどの撮像部102と、利用者などの外部からキャリブレーションモードや投影モードなどのモード指示を受けるモード入力部103と、モード入力部103でキャリブレーションモードが指定された時に撮像部102で撮影されたアナログ画像情報を出力するスイッチ104と、画像情報のアナログ/デジタル(A/D)変換を行うA/D変換部105と、A/D変換されたデジタル画像を蓄積する画像メモリ106と、計測点101aを画像から抽出し、その撮像面座標を出力する計測点抽出部107と、抽出された複数の計測点101aの撮像面座標と計測点101aの投影面101上におけるスクリーン座標から両座標系間の変換パラメータ(撮像面—スクリーン座標変換パラメータ)を推定する撮像面—スクリーン座標変換パラメータ推定部108と、投影部113から投影される投影光の輪郭四角形の4つの頂点の撮像面座標を抽出して、撮像面—スクリーン座標変換パラメータによってそれら撮像面座標をスクリーン座標に変換して出力する投影光頂点抽出部109と、投影光頂点抽出部109で抽出された4頂点のスクリーン座標、撮像面—スクリーン座標変換パラメータ及びこの4頂点に対応する被投影面座標からスクリーン座

(18)

33

標系と被投影面座標系の変換パラメータ（スクリーン被投影面座標変換パラメータ）を推定するスクリーン被投影面座標変換パラメータ推定部110と、投影指示点101bの撮像面座標を画像から抽出して、撮像面スクリーン座標変換パラメータを用いてそのスクリーン座標を出力する投影指示点座標計測部111と、投影光の輪郭四角形4頂点のスクリーン座標値、投影光指示点101bのスクリーン座標値、撮像面スクリーン面変換パラメータ、スクリーン被投影面変換パラメータを記憶するメモリ112と、利用者などの外部から指定され選択された画像を投影する投影部113と、投影モードにおいて利用者などの外部からの入力に応じて投影する画像を選択する投影画像選択部114と、メモリ112に蓄積された投影光の輪郭四角形4頂点座標及び投影指示点座標から投影面101上に投影が想定される画像（スクリーン座標系で表現）を生成する想定投影画像生成部115と、利用者などの外部から選択された画像を蓄積する投影画像蓄積部116と、スクリーン座標系で表現された想定投影画像をメモリ112に蓄積されたスクリーン被投影面座標変換パラメータによって被投影面座標系で表現した投影画像に変換して出力するスクリーン被投影面座標変換部117と、撮像部102と投影部113のそれぞれの光軸を同一にするハーフミラー部1901と、を備えている。

【0157】本実施に形態においては、撮像部102と投影部113の光軸を同一にすることによって、投影面101がどの位置に配置されても、撮像部102の撮像領域を変更する必要がある。

【0158】なお、本実施の形態における画像投影装置の動作は、上述した実施の形態1の図3に示した動作と同一である。

【0159】なお、本実施の形態では、投影画像蓄積部116に蓄積され、利用者により選択された投影画像（選択画像）を歪み無く投影する装置を例に説明しているが、投影画像は外部より入力されるデジタル画像でもよい。これにより、A/Dコンバータなどを用いればアナログ信号として存在するテレビジョン信号などについても歪みの無い投影が可能となる。

【0160】以上のように、本実施の形態によれば、ハーフミラー部1901を設けることによって、投影光軸と撮像光軸を一致させることができ、投影面101の配置位置に応じて撮像領域を変更する必要がある。このため、撮像部102のパン、チルト、及びズーム制御などの初期設定が不要となり、より利便性が向上した。

【0161】

【発明の効果】以上のように、本発明の画像投影装置及び画像投影方法によれば、撮像部で投影光の撮影を行い、その撮影画像から投影面と投影部にある被投影面間の座標変換パラメータを推定するため、任意に設定した投影位置に歪みなく選択画像を投影することができ

34

うになった。

【0162】また、投影前に行われていた座標読み取りなどの計測手続きが必要ないため、簡易に位置決めして投影することができ、位置決め及び歪み補正の精度を大幅に向上することができるようになった。

【0163】また、選択投影画像の周辺部の色を光の透過しない色に変換することによって、簡易に位置決め投影ができ、位置決め及び歪み補正の精度を向上させながら、無駄な投影光部のない整形された画像を投影することができるようになった。

【0164】また、ハーフミラー部を設けて投影光軸と撮像光軸を一致させるため、投影面の配置位置に応じて撮像領域を変更する必要がなく、撮像部のパン、チルト及びズーム制御などの初期設定が不要となり、より利便性を向上することができるようになった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の画像投影装置の構成を示すブロック図である。

【図2】投影面、撮像部、投影部におけるそれぞれの座標系を示す図である。

【図3】本発明の画像投影装置の動作を示すフローチャートである。

【図4】キャリブレーションモードにおける撮像画像の一例を示す図である。

【図5】投影イメージの一例を示す図である。

【図6】想定投影画像の一例を示す図である。

【図7】2点の投影指示点を配置した場合の投影例を示す図である。

【図8】3点の投影指示点を配置した場合の投影例を示す図である。

【図9】4点の投影指示点を配置した場合の投影例を示す図である。

【図10】本発明の画像投影装置の構成を示すブロック図である。

【図11】キャリブレーションモードにおける撮像画像の一例を示す図である。

【図12】本発明の画像投影装置の動作を示すフローチャートである。

【図13】本発明の画像投影装置の構成を示すブロック図である。

【図14】本発明の画像投影装置の動作を示すフローチャートである。

【図15】キャリブレーションモードにおける撮像画像の一例を示す図である。

【図16】本発明の画像投影装置の構成を示すブロック図である。

【図17】本発明の画像投影装置の動作を示すフローチャートである。

【図18】投影モードにおける投影の一例を示す図である。

(19)

35

【図19】本発明の画像投影装置の構成を示すブロック図である。

【図20】投影面と被投影面の位置関係とその投影歪みの一例を示す図である。

【図21】従来の画像投影装置の構成を示すブロック図である。

【図22】従来の画像投影装置の動作を示すフローチャートである。

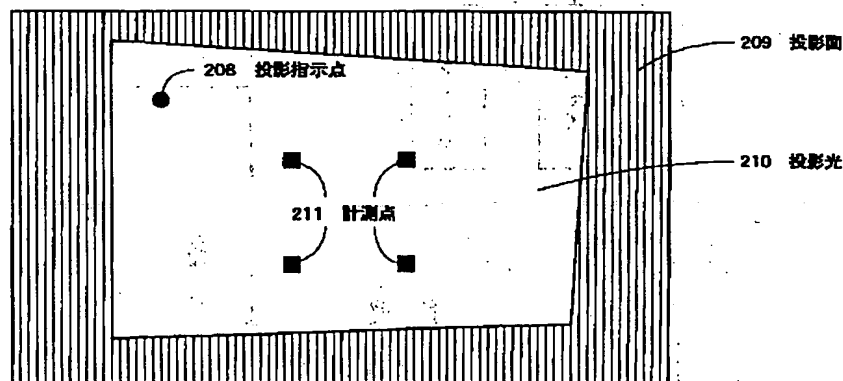
【符号の説明】

101、209、2001、2101 投影面 10  
101a、211 計測点  
101b、208 投影指示点  
102 撮像部  
103 モード入力部  
104 スイッチ  
105 A/D変換部  
106 画像メモリ  
107 計測点抽出部  
108、1303 撮像面-スクリーン座標変換パラメータ推定部 20  
109 投影光頂点抽出部  
110、1004 スクリーン-被投影面座標変換パラメータ推定部  
111、1304 投影指示点座標計測部  
112 メモリ  
113、2005、2103 投影部  
114 投影画像選択部

36

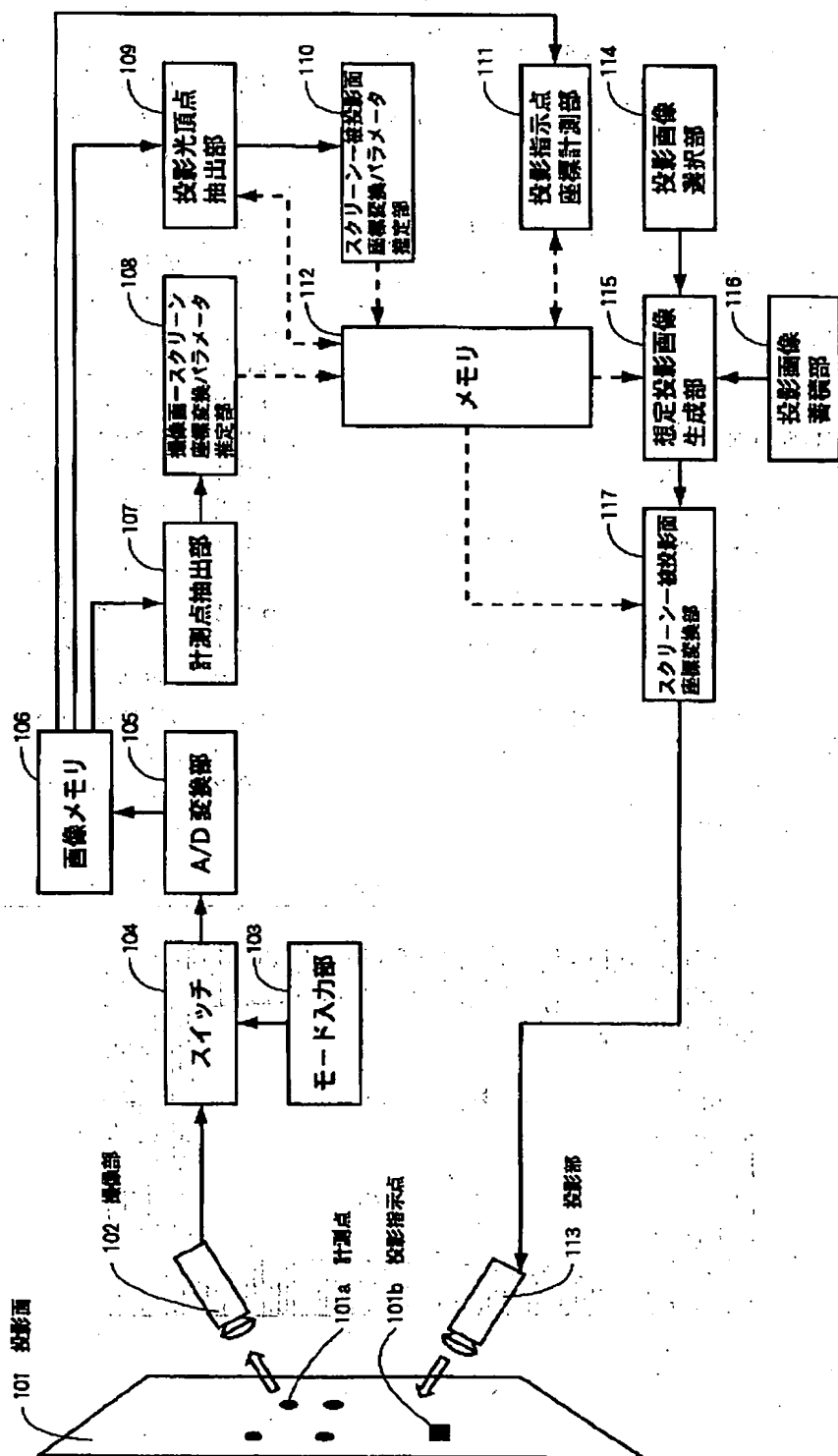
115 想定投影画像生成部  
116 投影画像蓄積部  
117 スクリーン-被投影面座標変換部  
201 スクリーン座標系  
202 プロジェクタ座標系  
203 被投影面座標系  
204 カメラ座標系  
205 撮像面座標系  
206 プロジェクタ焦点距離  $F_p$   
207 カメラ焦点距離  
210 投影光輪郭四角形  
501 選択画像  
701、801 線分  
1001 切替スイッチ  
1002 投影基準画像発生部  
1003 投影基準点座標抽出部  
1101 投影基準画像  
1102 投影基準点  
1301 投影矩形面  
1302 投影矩形面頂点抽出点  
1601 周辺色変換部  
1901 ハーフミラー部  
2002 投影レンズ  
2003 被投影面 (液晶パネル)  
2004 投影像  
2102 コンピュータ装置

【図4】



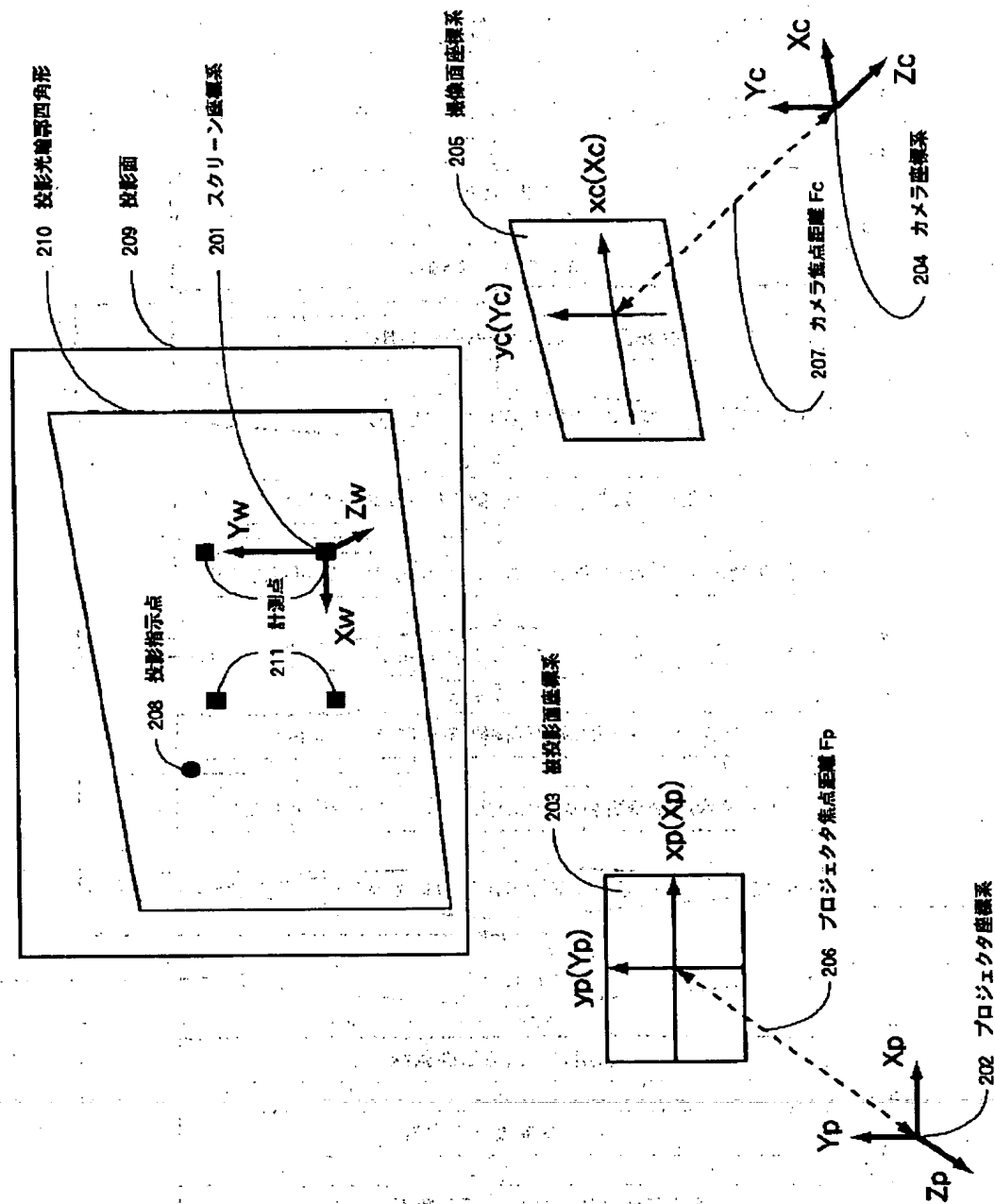
(20)

【図 1】



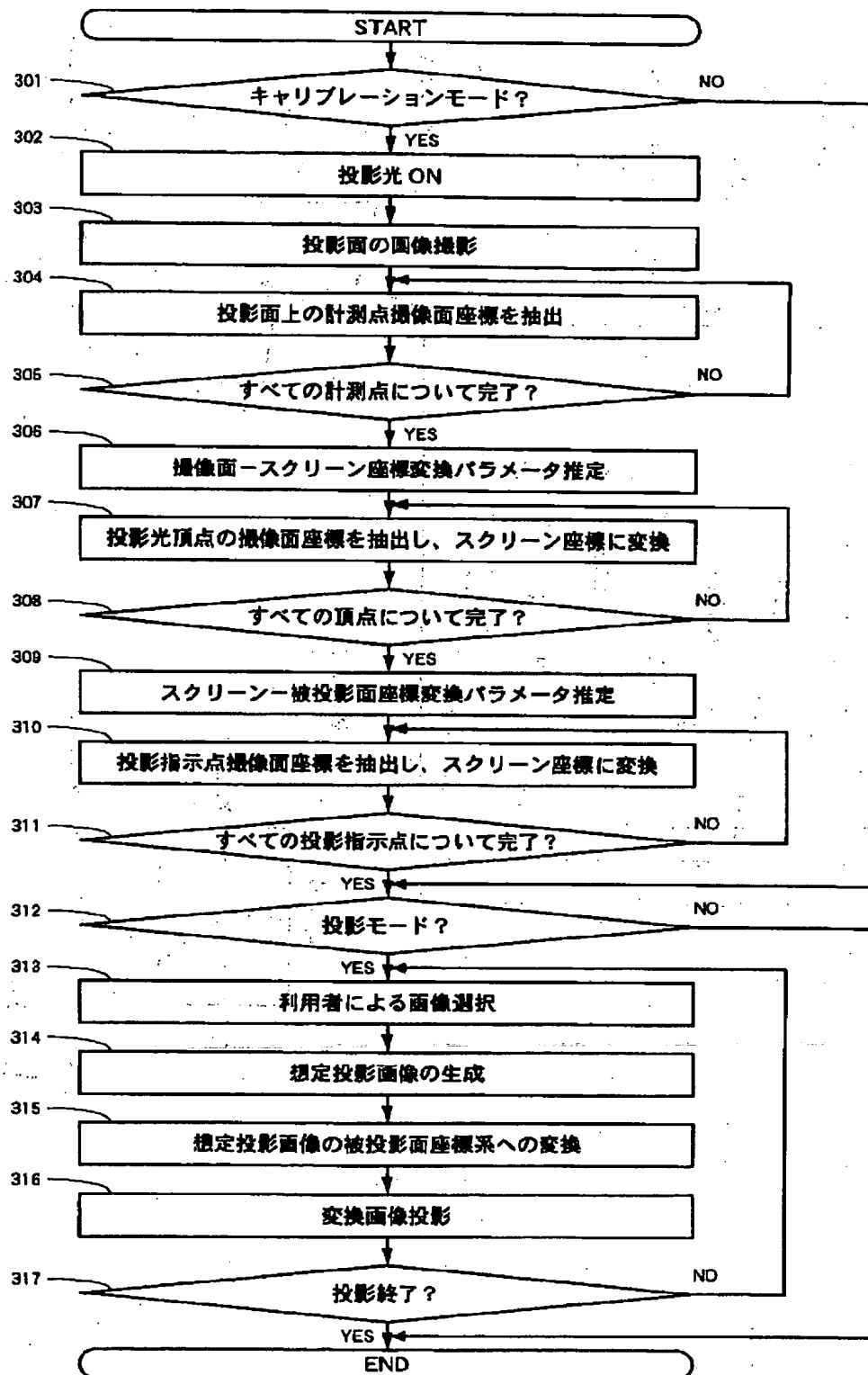
(21)

【図 2】



(22)

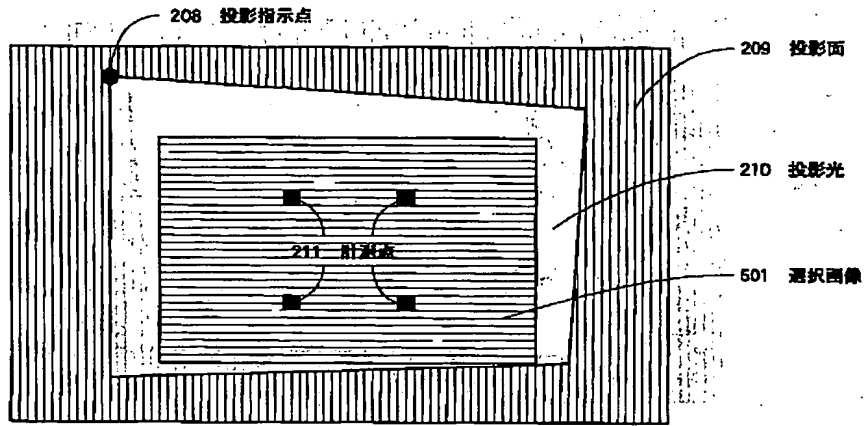
【図 3】



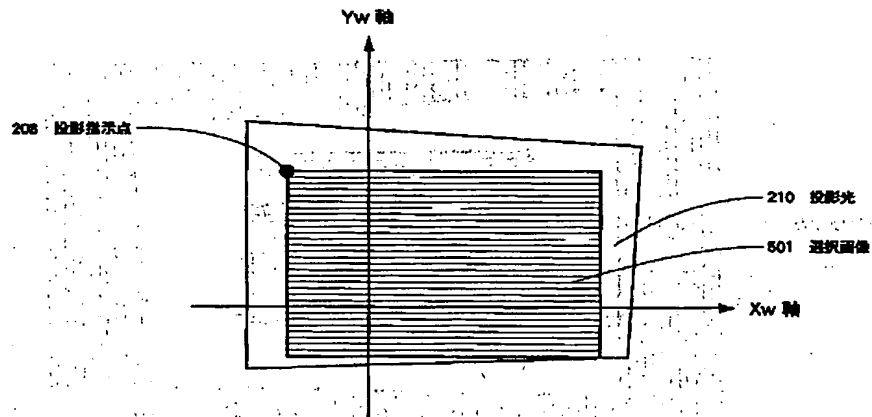


(23)

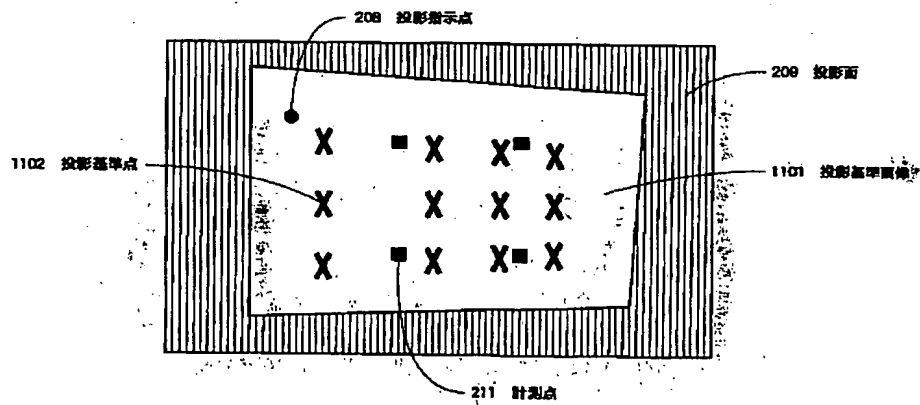
【図5】



【図6】

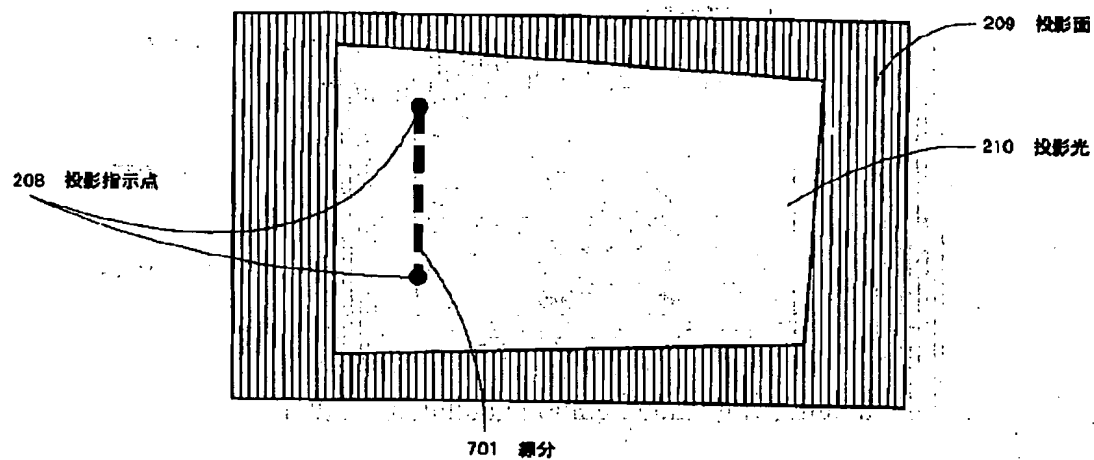


【図11】

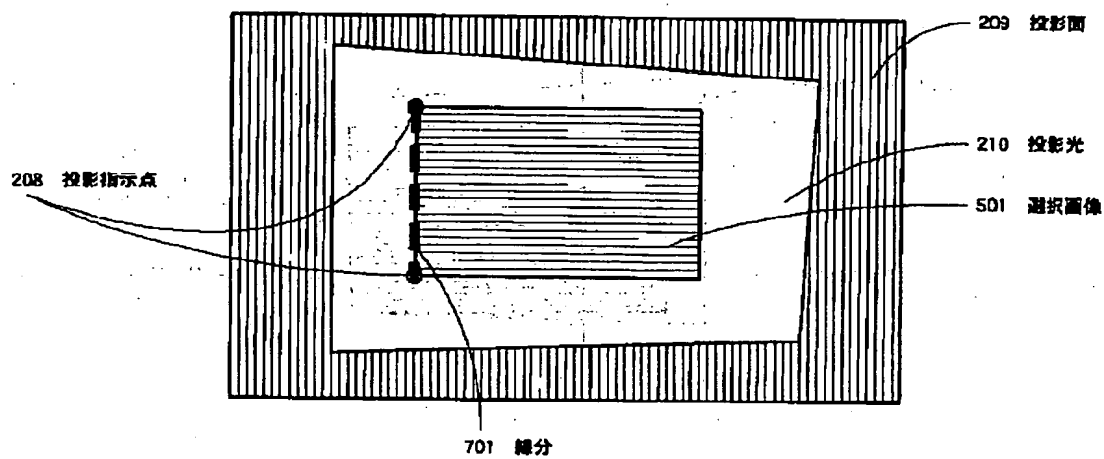


(24)

【図7】



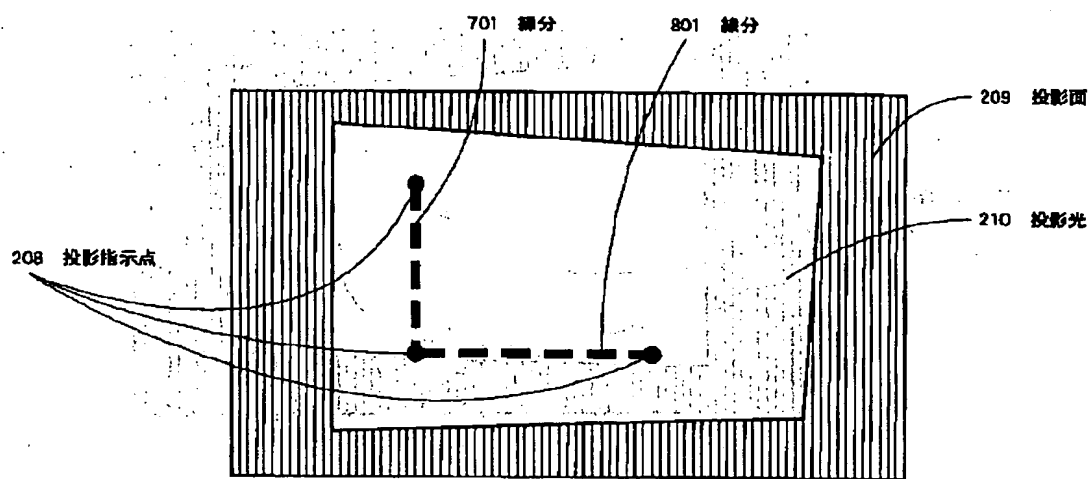
(a) 選択画像投影前



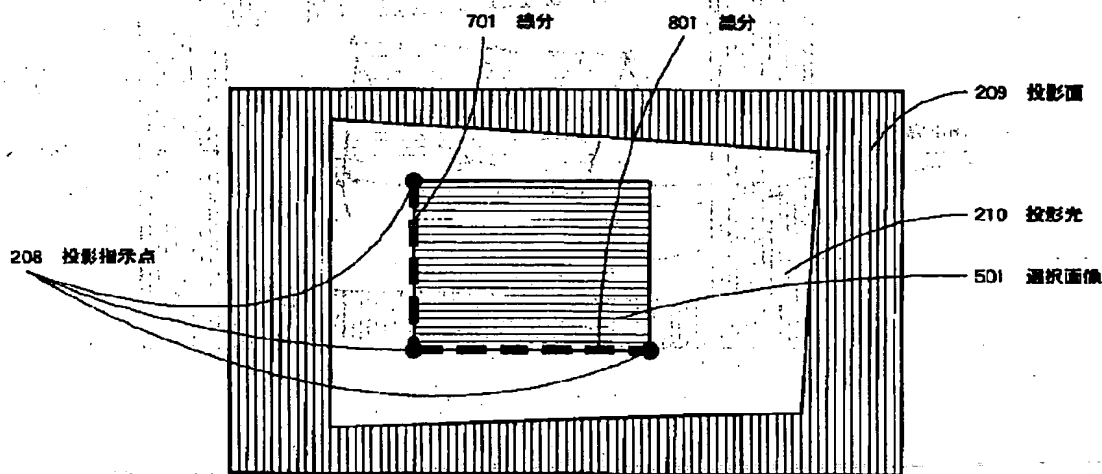
(b) 選択画像投影後

(25)

【図 8】



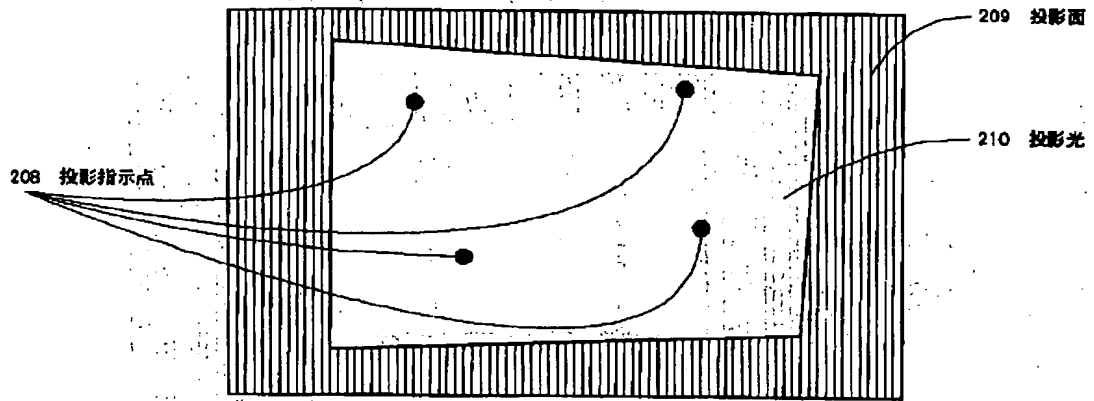
(a) 選択画像投影前



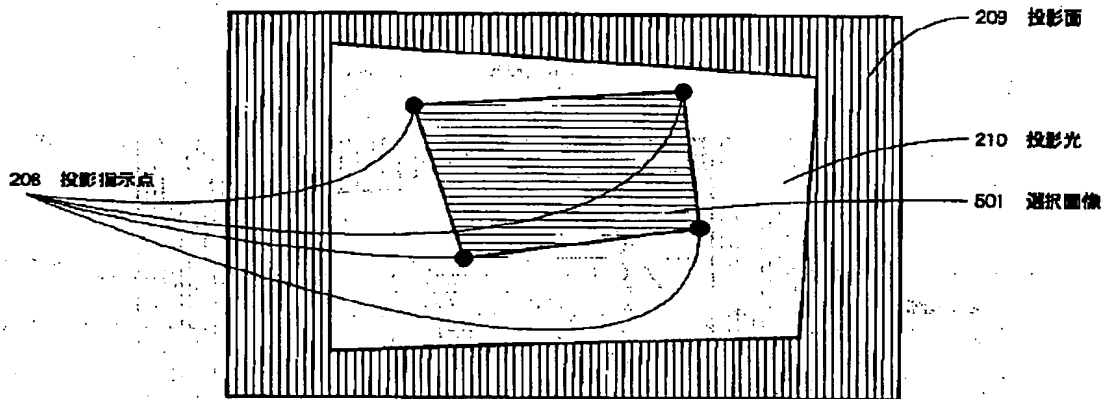
(b) 選択画像投影後

(26)

【図9】



(a) 選択画像投影前

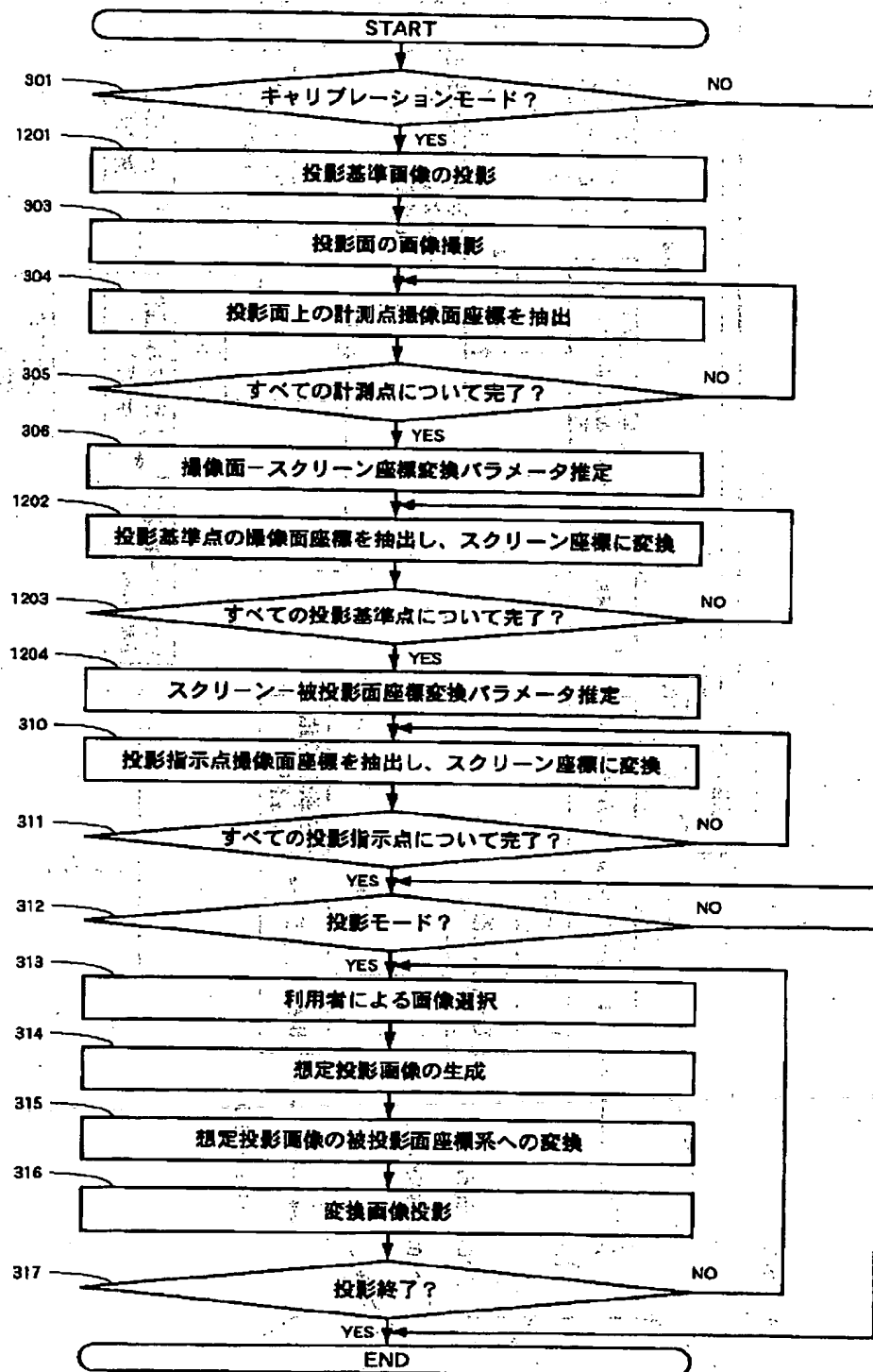


(b) 選択画像投影後



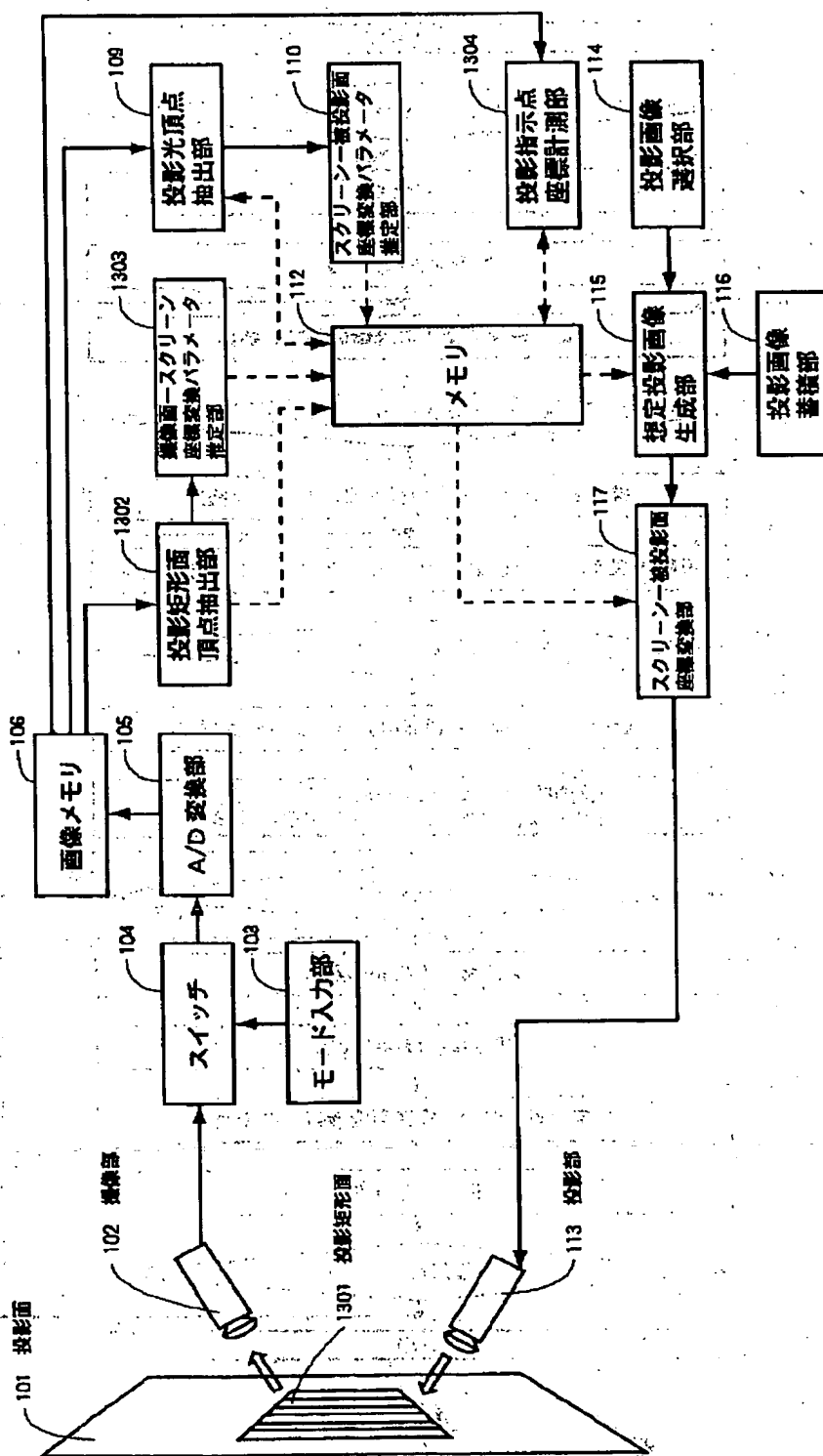
(28)

【図12】



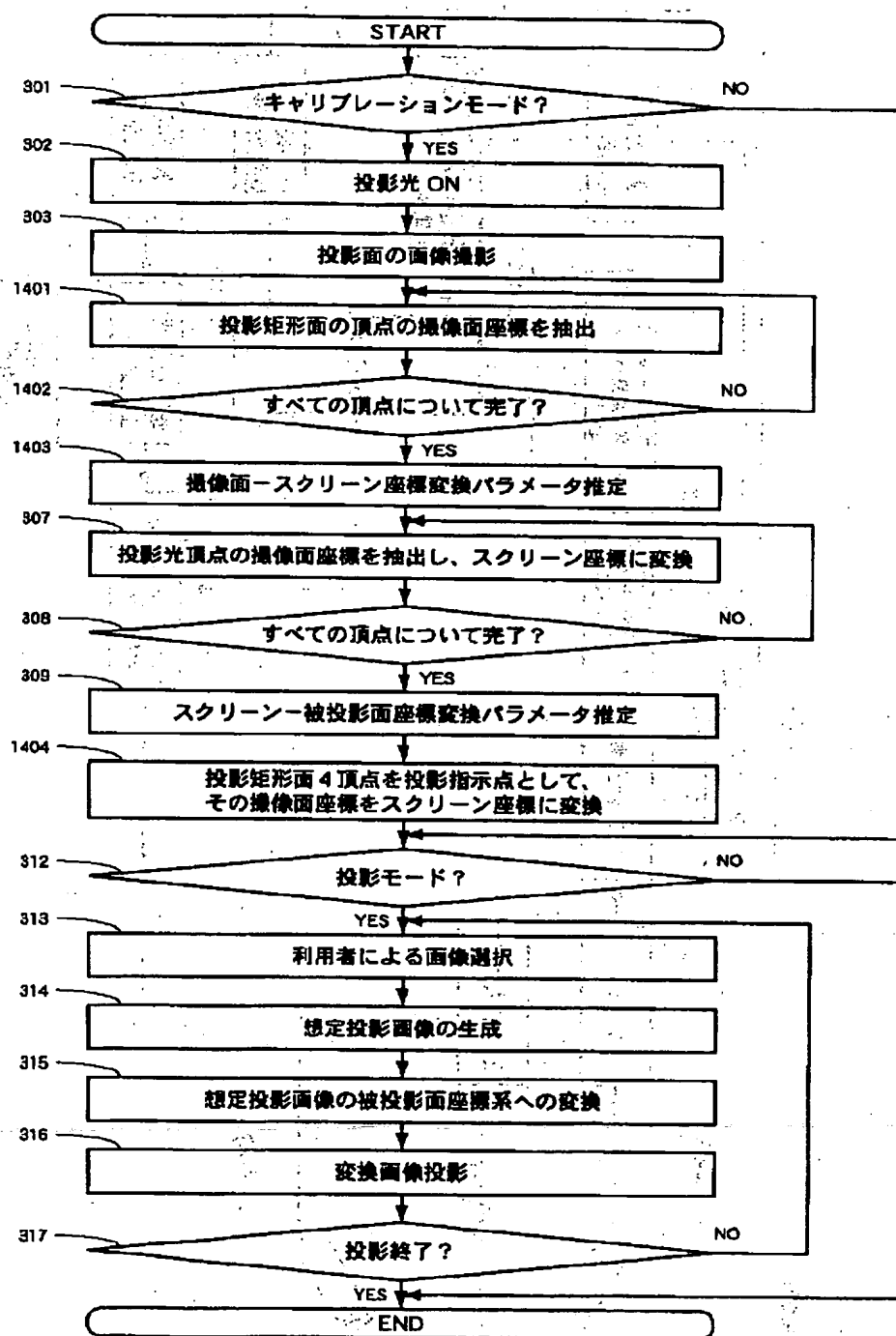
(29)

【图 13】



(30)

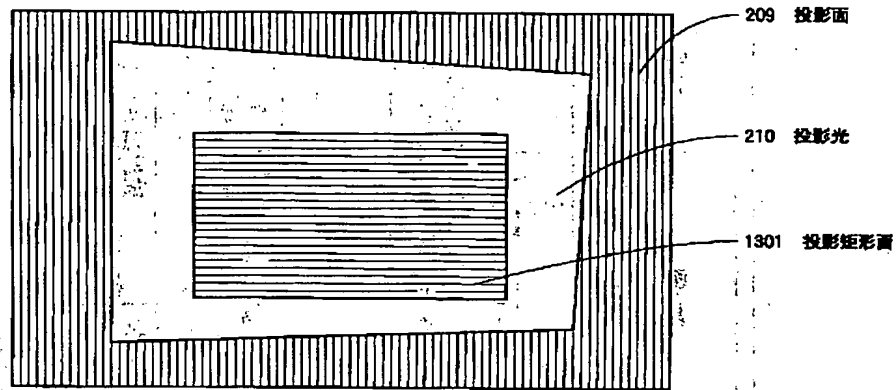
【図14】



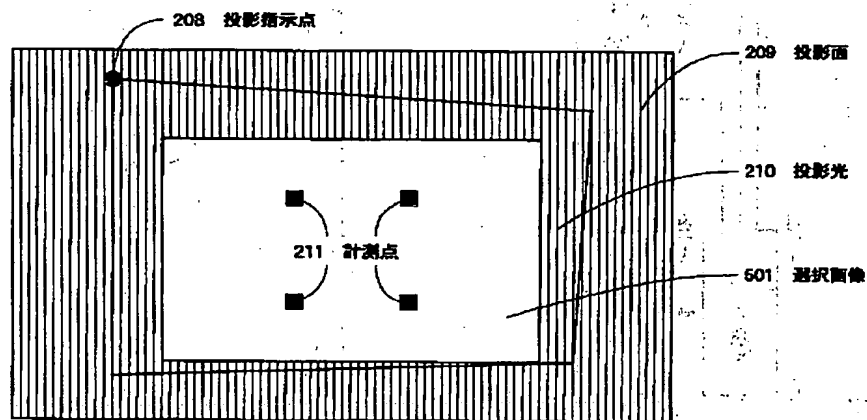


(31)

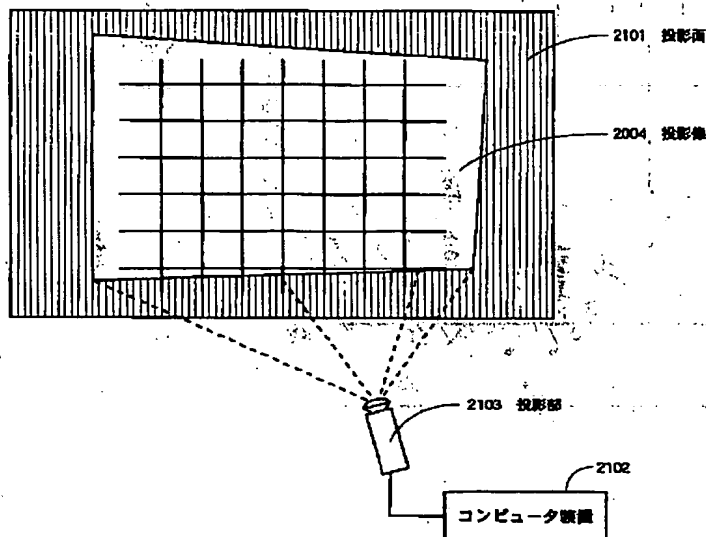
【図15】



【図18】

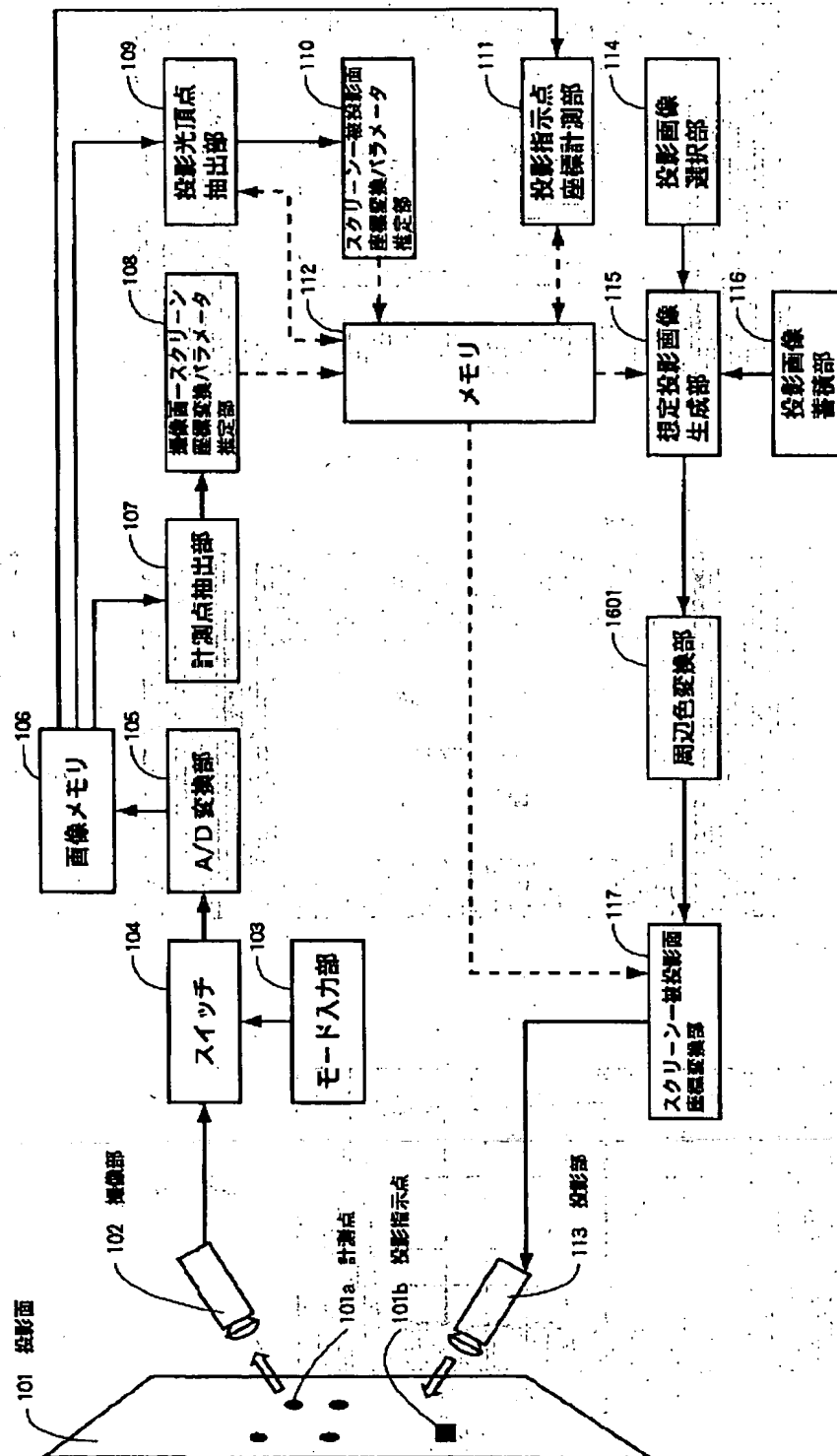


【図21】



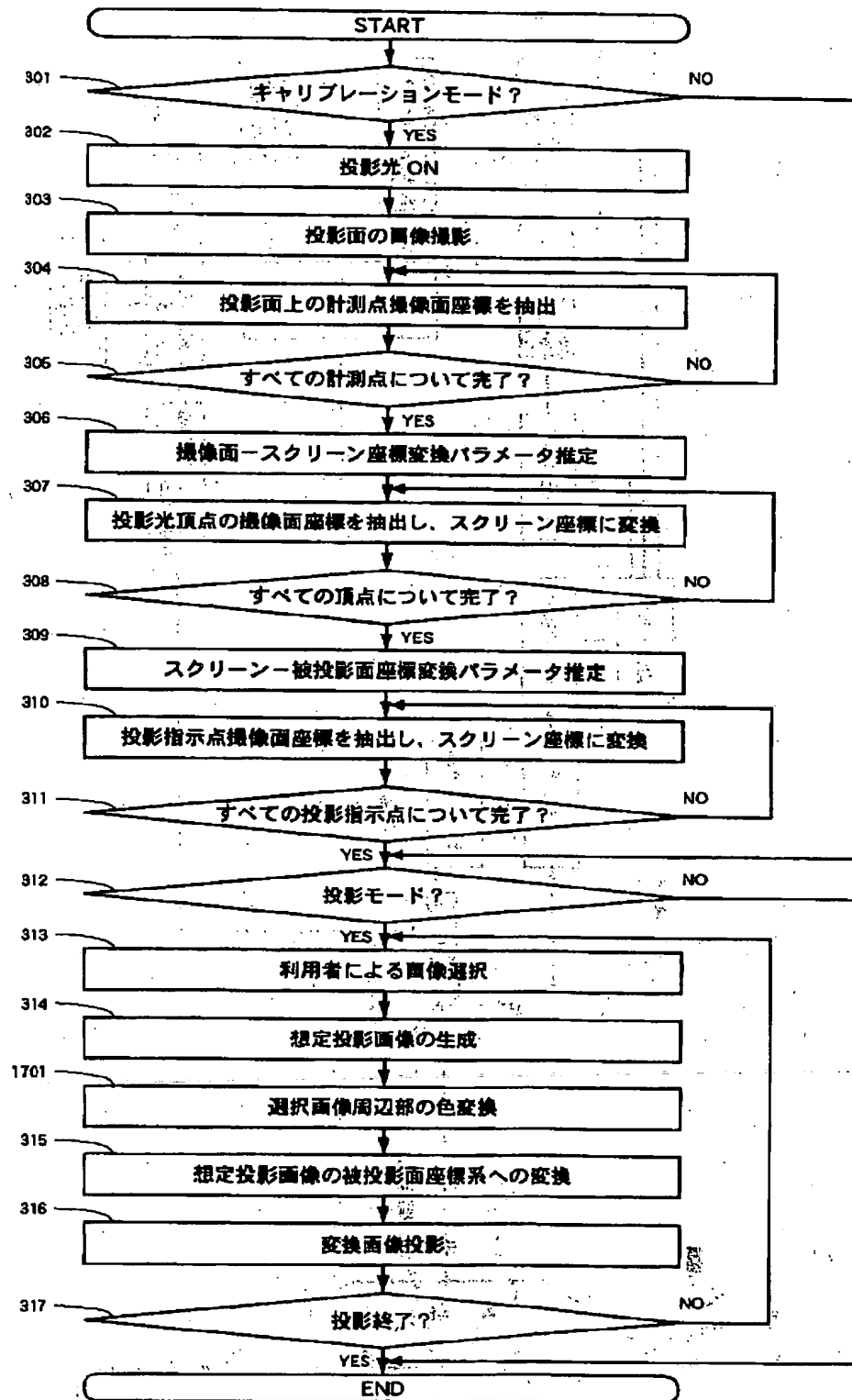
(32)

【図16】



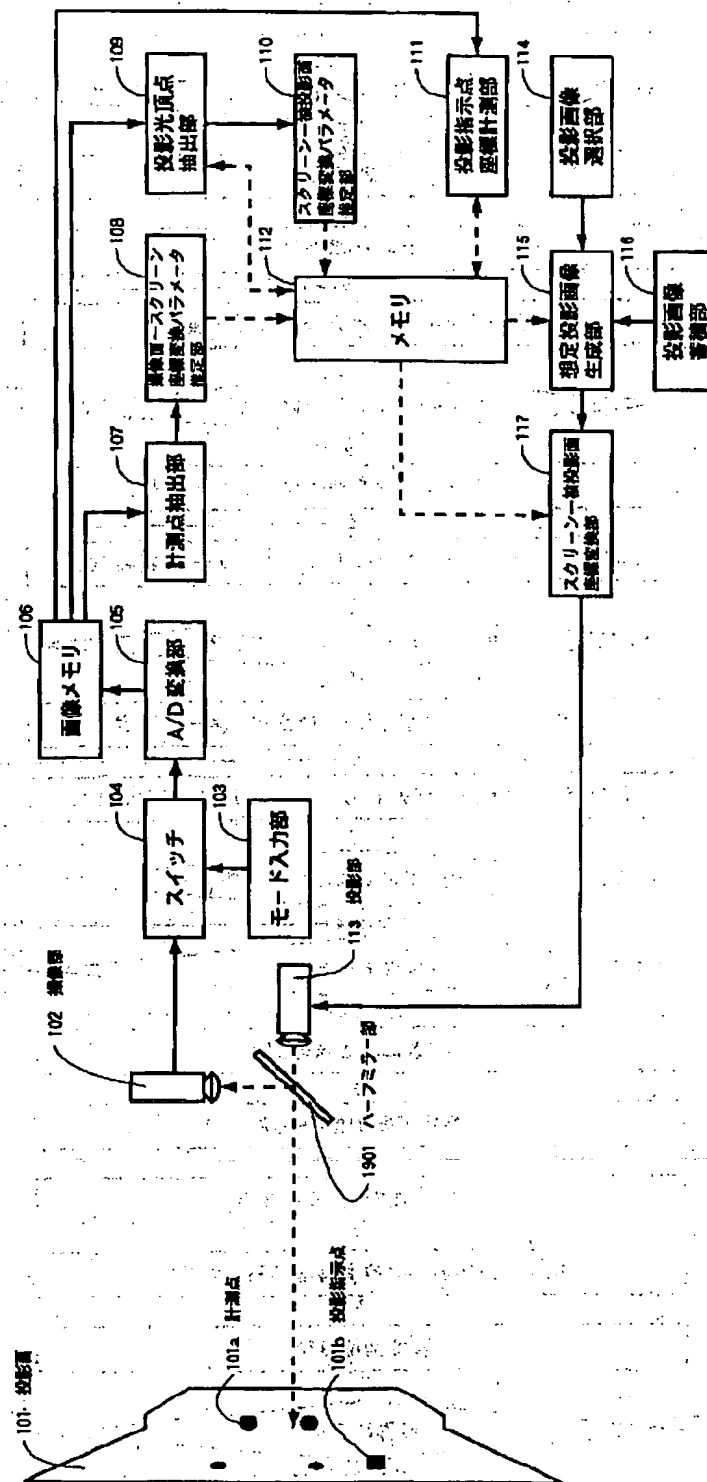
(33)

【図17】



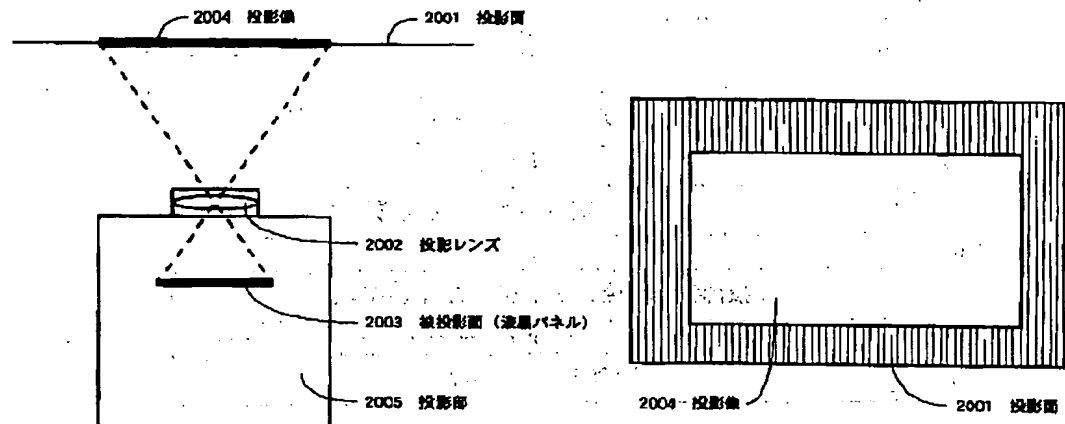
(34)

【图 19】

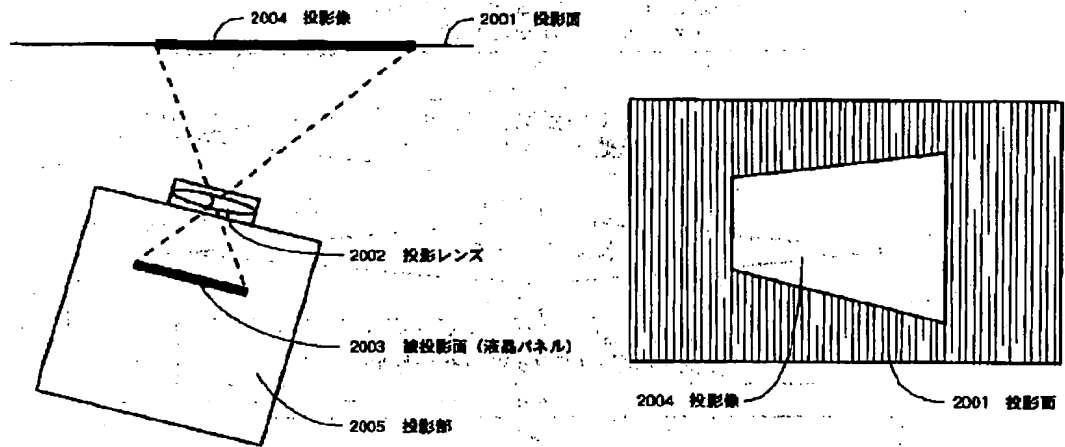


(35)

【図20】



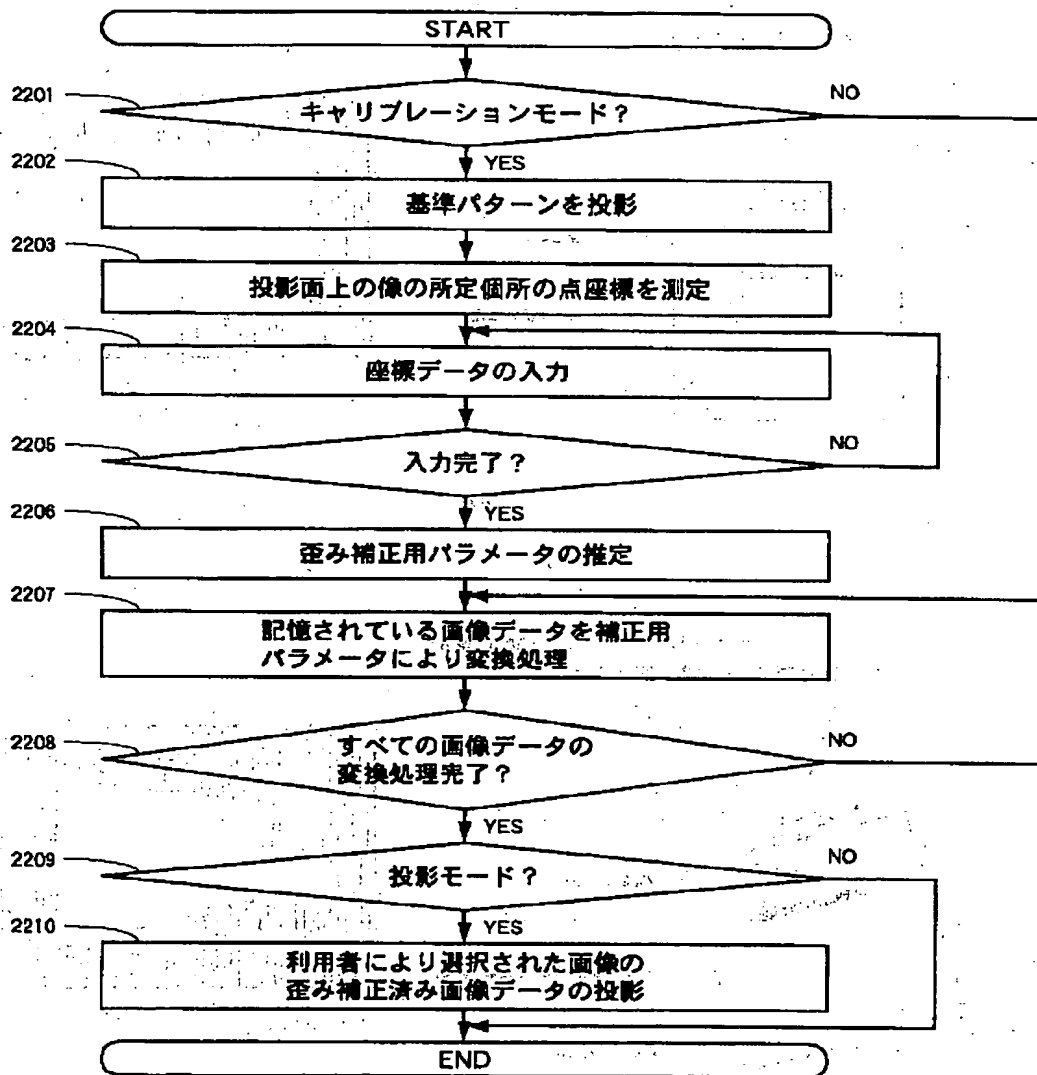
(a)



(b)

(36)

【図22】



フロントページの続き

(72)発明者 竹内 俊一  
 東京都新宿区西早稲田1丁目21番1号 通  
 信・放送機構 早稲田リサーチセンター内

(72)発明者 富永 英義  
 東京都新宿区大久保3丁目4番1号 早稲  
 田大学内

Fターム(参考) 5C058 AA06 AB03 BA23 BA27 BB11  
 BB13 EA01 EA26 EA31

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The measure point which has a predetermined screen coordinate system and was defined by the coordinate value of said screen coordinate system, It is image projection equipment which projects an image on the plane of projection which has the point of defining as the coordinate value of said screen coordinate system, and directing the projection location and configuration of a projection image directing [ projection ]. The projection means which is equipped with the liquid crystal panel which has predetermined plane-of-projection-ed system of coordinates, and projects an image to said plane of projection, Said measure point on said plane of projection, said point directing [ projection ], and an image pick-up means to picturize the image projected on said plane of projection as an image pick-up image, The image memory which stores said image pick-up image picturized with said image pick-up means, and a mode input means to output which mode selection signal in calibration mode or projection mode, A projection parameter estimation means to presume the conversion parameter between said screen coordinate system and said plane-of-projection-ed system of coordinates based on the projection image of said picturized measure point and said projection means, A directing [ projection ] point coordinate measurement means to measure a directing [ projection ] point coordinate from said coordinate value of said point directing [ projection ], A projection image is arranged in the projection location specified with said directing [ projection ] point coordinate stored in said conversion parameter, the memory which stores said directing [ projection ] point coordinate, and said memory. An assumption projection image generation means to generate the assumption projection image expressed by said screen coordinate, Image projection equipment characterized by having a plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation means to change said assumption projection image into the image expressed with the plane-of-projection-ed coordinate, based on said conversion parameter stored in said memory.

[Claim 2] The measure point which has a predetermined screen coordinate system and was defined by the coordinate value of said screen coordinate system, It is image projection equipment which projects an image on the plane of projection which has the point of defining as the coordinate value of said screen coordinate system, and directing the projection location and configuration of a projection image directing [ projection ]. The projection means which is equipped with the liquid crystal panel which has predetermined plane-of-projection-ed system of coordinates, and projects an image to said plane of projection, Said measure point on said plane of projection, said point directing [ projection ], and an image pick-up means to picturize the image projected on said plane of projection as an image pick-up image, The image memory which stores said image pick-up image picturized with said image pick-up means, and a mode input means to output which mode selection signal in calibration mode or projection mode, A projection parameter estimation means to presume the conversion parameter between said screen coordinate system and said plane-of-projection-ed system of coordinates based on the projection image of said picturized measure point and said projection means, A directing [ projection ] point coordinate measurement means to measure a directing [ projection ] point coordinate from said coordinate value of said point directing [ projection ], Said conversion parameter, the memory which stores said directing [ projection ] point coordinate, and a projection image storage means to store the image projected, A projection image selection means to choose the projection image of arbitration from said projection image storage means, Said projection image chosen as the projection location specified with said directing [ projection ] point coordinate stored in said memory with said projection image selection means is arranged. An assumption projection image generation means to generate the assumption projection image expressed by said screen coordinate, Image projection equipment characterized by having a plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation means to change said assumption projection image into the image which has the coordinate value of plane-of-projection-ed system of coordinates, based on said conversion parameter stored in said memory.

[Claim 3] The measure point which has a predetermined screen coordinate system and was defined by the coordinate value of said screen coordinate system, It is image projection equipment which projects an image on the plane of projection which has the point of defining as the coordinate value of said screen coordinate system,

and directing the projection location and configuration of a projection image directing [ projection ]. The projection means which is equipped with the liquid crystal panel which has predetermined plane-of-projection-ed system of coordinates, and projects an image to said plane of projection, Said measure point on said plane of projection, said point directing [ projection ], and an image pick-up means to picturize the image projected on said plane of projection as an image pick-up image, The image memory which stores said image pick-up image picturized with said image pick-up means, and a mode input means to output which mode selection signal in calibration mode or projection mode, A projection parameter estimation means to presume the conversion parameter between said screen coordinate system and said plane-of-projection-ed system of coordinates based on the projection image of said picturized measure point and said projection means, A directing [ projection ] point coordinate measurement means to measure a directing [ projection ] point coordinate from said coordinate value of said point directing [ projection ], Said conversion parameter, the memory which stores said directing [ projection ] point coordinate, and a projection image storage means to store the image projected, A projection image selection means to choose the projection image of arbitration from said projection image storage means, The projection image inputted from said projection image chosen as the projection location specified with said directing [ projection ] point coordinate stored in said memory with said projection image selection means or the outside is arranged. An assumption projection image generation means to generate the assumption projection image expressed by said screen coordinate, Image projection equipment characterized by having a plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation means to change said assumption projection image into the image which has the coordinate value of plane-of-projection-ed system of coordinates, based on said conversion parameter stored in said memory.

[Claim 4] The switching means as which said projection parameter estimation means inputs said image pick-up image picturized with said image pick-up means when calibration mode is outputted from said mode input means, The A/D-conversion means which carries out the analog / digital conversion of said image pick-up image inputted from said switch, A measure point extract means to extract the coordinate value of said measure point in the image pick-up side system of coordinates defined by said image pick-up means from said image pick-up image stored in said image memory, An image pick-up side-screen coordinate conversion parameter estimation means to presume an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter from the coordinate value in said image pick-up side system of coordinates of said measure point, and the coordinate value in said screen coordinate system, The coordinate value in said image pick-up side system of coordinates of four top-most vertices of the projection light projected with said projection means is extracted from said image pick-up image stored in said image memory, respectively. A projection light top-most-vertices coordinate extract means to change and output the coordinate value in said image pick-up side system of coordinates of four top-most vertices of said projection light to the coordinate value of a screen coordinate system based on said image pick-up side-screen coordinate conversion parameter stored in said memory, It is based on the coordinate value of said screen coordinate system of four top-most vertices of said projection light, and the coordinate value of the plane-of-projection-ed system of coordinates of said projection image. Image projection equipment according to claim 1 to 3 characterized by having a plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter means to presume a plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter as said conversion parameter.

[Claim 5] Furthermore, image projection equipment according to claim 1 to 3 characterized by having a projection criteria image generation means to generate the criteria image projected from said projection means, and a change means to connect with a projection means in the first half, and to perform the change of said criteria image and said projection image according to the output mode of said mode input section.

[Claim 6] The switching means as which said projection parameter estimation means inputs said image pick-up image picturized with said image pick-up means when calibration mode is outputted from said mode input means, The A/D-conversion means which carries out the analog / digital conversion of said image pick-up image inputted from said switch, A measure point extract means to extract the coordinate value of said measure point in the image pick-up side system of coordinates defined by said image pick-up means from said image pick-up image stored in said image memory, An image pick-up side-screen coordinate conversion parameter estimation means to presume an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter from the coordinate value in said image pick-up side system of coordinates of said measure point, and the coordinate value in said screen coordinate system, With said image pick-up side-screen coordinate conversion parameter which extracted the coordinate value of the projection reference point in said image pick-up side system of coordinates from said projection criteria image, and was stored in said memory A projection reference point coordinate extract means to change and output the coordinate value of the projection reference point in said image pick-up side system of



coordinates to the coordinate value of the projection reference point in said screen coordinate system, It is based on the coordinate value of said screen coordinate system of said projection reference point, and the coordinate value of the plane-of-projection-ed system of coordinates of said projection image. Image projection equipment according to claim 5 characterized by having a plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter means to presume a plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter as said conversion parameter.

[Claim 7] In said plane of projection, the projection rectangle side of known [ screen coordinate / of each top-most vertices ] is arranged. Said projection parameter estimation means A projection rectangle plane peak point coordinate extract means to extract the coordinate value by said image pick-up side system of coordinates of each top-most vertices of said projection rectangle side from said image pick-up image stored in said image memory. It is based on the coordinate value by said image pick-up side system of coordinates of each top-most vertices of said projection rectangle side, and the predetermined coordinate value in said screen coordinate system. It has the image pick-up side and a screen coordinate conversion parameter estimation means to presume an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter as a conversion parameter. Said directing [ projection ] point coordinate measurement means claims 1, 2, 3, or 5 characterized by what said directing [ projection ] point coordinate is measured and said projection means projects said projection image for on said projection rectangle side by making each top-most vertices of said picturized projection rectangle side into said point directing [ projection ] -- either -- the image projection equipment of a publication.

[Claim 8] Furthermore, image projection equipment according to claim 1 to 7 characterized by having a circumference color conversion means to change the color of boundary regions other than said projection image field among the fields of said image pick-up image.

[Claim 9] Said circumference color conversion means is image projection equipment according to claim 8 characterized by changing the color of boundary regions other than said projection image field into the color which does not make light penetrate among the fields of said image pick-up image.

[Claim 10] Furthermore, image projection equipment according to claim 1 to 9 characterized by having the optical-axis coincidence means which makes the same the optical axis of said image pick-up means and said projection means.

[Claim 11] Are the image projection approach which projects an image on plane of projection, and it floodlights to the plane of projection in which the point directing [ projection ] and the measure point were prepared. Carry out A/D conversion of the image which photoed so that all the floodlighting fields of said plane of projection might be included, and was photoed, and a digital image is generated. The image pick-up side coordinate of said measure point on said plane of projection is extracted from said digital image. Based on the image pick-up side coordinate of said measure point, the image pick-up side-screen coordinate conversion parameter which is a conversion parameter between an image pick-up side coordinate and a screen coordinate is presumed. Extract four top-most vertices of said floodlighting field from said digital image, and the image pick-up side coordinate of the four top-most vertices concerned is searched for. The image pick-up side coordinate of four top-most vertices of said floodlighting field is changed into a screen coordinate with said image pick-up side-screen coordinate conversion parameter. Based on said screen coordinate, the plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter which is a conversion parameter between a screen coordinate system and plane-of-projection-ed system of coordinates is presumed. Extract the image pick-up side coordinate of said point directing [ projection ] from said digital image, change the image pick-up side coordinate of said point directing [ projection ] into a screen coordinate using said image pick-up side-screen coordinate conversion parameter, and a projection image is loaded. The assumption projection image which has the coordinate value of said screen coordinate system is generated. The coordinate value of said screen coordinate system of said assumption projection image with said plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter The image projection approach characterized by what a projection image without distortion which is the same configuration as said assumption projection image, and was positioned by changing into the coordinate value of projected system of coordinates, generating a projected image, and projecting said projected image is formed for on said plane of projection.

[Claim 12] Are the image projection approach which projects an image on plane of projection, and it floodlights to the plane of projection in which the point directing [ projection ] and the projection rectangle side were established. Carry out A/D conversion of the image which photoed so that all the floodlighting fields of said plane of projection might be included, and was photoed, and a digital image is generated. The image pick-up side coordinate of four top-most vertices of said projection rectangle side on said plane of projection is extracted from said digital image. Based on the image pick-up side coordinate of four top-most vertices of said projection

rectangle side, the image pick-up side-screen coordinate conversion parameter which is a conversion parameter between an image pick-up side coordinate and a screen coordinate is presumed. Extract four top-most vertices of said floodlighting field from said digital image, and the image pick-up side coordinate of the four top-most vertices concerned is searched for. The image pick-up side coordinate of four top-most vertices of said floodlighting field is changed into a screen coordinate with said image pick-up side-screen coordinate conversion parameter. Based on said screen coordinate, the plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter which is a conversion parameter between a screen coordinate system and plane-of-projection-ed system of coordinates is presumed. Extract the image pick-up side coordinate of said point directing [ projection ] from said digital image, change the image pick-up side coordinate of said point directing [ projection ] into a screen coordinate using said image pick-up side-screen coordinate conversion parameter, and a projection image is loaded. The assumption projection image which has the coordinate value of said screen coordinate system is generated. The coordinate value of said screen coordinate system of said assumption projection image with said plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter. The image projection approach characterized by what a projection image without distortion which is the same configuration as said assumption projection image, and was positioned by changing into the coordinate value of projected system of coordinates, generating a projected image, and projecting said projected image is formed for on said plane of projection.

[Claim 13] The step which searches for the image pick-up side coordinate of four top-most vertices of said floodlighting field is the image projection approach according to claim 11 or 12 characterized by asking for the equation of the straight line of each side of said projection field by Hough conversion, and asking for the intersection of each straight line as an image pick-up side coordinate of four top-most vertices of said floodlighting field.

[Claim 14] The projection criteria image which is the image projection approach which projects an image on plane of projection, and has two or more projection reference points is projected on plane of projection. Carry out A/D conversion of said projection criteria image which photoed so that said all projection criteria images of said plane of projection might be included, and was photoed, and a digital image is generated. The image pick-up side coordinate of said measure point on said plane of projection is extracted from said digital image. Based on the image pick-up side coordinate of said measure point, the image pick-up side-screen coordinate conversion parameter which is a conversion parameter between an image pick-up side coordinate and a screen coordinate is presumed. Extract said two or more projection reference points from said digital image, and the image pick-up side coordinate of all projection reference points is searched for. The image pick-up side coordinate of said all projection reference points is changed into a screen coordinate with said image pick-up side-screen coordinate conversion parameter. Based on said screen coordinate, the plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter which is a conversion parameter between a screen coordinate system and plane-of-projection-ed system of coordinates is presumed. Extract the image pick-up side coordinate of said point directing [ projection ] from said digital image, change the image pick-up side coordinate of said point directing [ projection ] into a screen coordinate using said image pick-up side-screen coordinate conversion parameter, and a projection image is loaded. The assumption projection image which has the coordinate value of said screen coordinate system is generated. The coordinate value of said screen coordinate system of said assumption projection image with said plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter. The image projection approach characterized by what a projection image without distortion which is the same configuration as said assumption projection image, and was positioned by changing into the coordinate value of projected system of coordinates, generating a projected image, and projecting said projected image is formed for on said plane of projection.

[Claim 15] The projection criteria image which is the image projection approach which projects an image on plane of projection, and has two or more projection reference points is projected on plane of projection. Carry out A/D conversion of said projection criteria image which photoed so that said all projection criteria images of said plane of projection might be included, and was photoed, and a digital image is generated. The image pick-up side coordinate of said measure point on said plane of projection is extracted from said digital image. Based on the image pick-up side coordinate of said measure point, the image pick-up side-screen coordinate conversion parameter which is a conversion parameter between an image pick-up side coordinate and a screen coordinate is presumed. Extract said two or more projection reference points from said digital image, and the image pick-up side coordinate of all projection reference points is searched for. The image pick-up side coordinate of said all projection reference points is changed into a screen coordinate with said image pick-up side-screen coordinate conversion parameter. Based on said screen coordinate, the plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate

transformation parameter which is a conversion parameter between a screen coordinate system and plane-of-projection-ed system of coordinates is presumed. Extract the image pick-up side coordinate of said point directing [ projection ] from said digital image, change the image pick-up side coordinate of said point directing [ projection ] into a screen coordinate using said image pick-up side-screen coordinate conversion parameter, and a projection image is loaded. The assumption projection image which has the coordinate value of said screen coordinate system is generated. The coordinate value of said screen coordinate system of said assumption projection image with said plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter. The image projection approach characterized by what a projection image without distortion which is the same configuration as said assumption projection image, and was positioned by changing into the coordinate value of projected system of coordinates, generating a projected image, and projecting said projected image is formed for on said plane of projection.

[Claim 16] The step which presumes said plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter is the image projection approach according to claim 15 characterized by presuming a plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter with the least square method based on said screen coordinate of said projection reference point of four or more points.

[Claim 17] The step which presumes said image pick-up side-screen coordinate conversion parameter is the image projection approach according to claim 11 to 16 characterized by presuming said image pick-up side-screen coordinate conversion parameter with the least square method based on the image pick-up side coordinate of said measure point of four or more points, or four top-most vertices of said projection rectangle side.

[Claim 18] The image projection approach according to claim 11 to 17 characterized by having the step which changes the color of parts other than said selection image among said assumption projection images after the step which generates said assumption projection image.

[Claim 19] The image projection approach according to claim 11 to 17 characterized by having the step which changes parts other than said selection image into the color which light does not penetrate among said assumption projection images after the step which generates said assumption projection image.

---

[Translation done.]

#### **\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

#### **DETAILED DESCRIPTION**

---

##### **[Detailed Description of the Invention]**

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the image projection equipment and the image projection approach of carrying out expansion projection of the images, such as a still picture and an animation. It is related with the image projection equipment and the image projection approach which can be distorted to arbitration and can be projected on the location which the user specified within limits which can project the projection image at the time of projection especially that there is nothing.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the researches and developments about the projection distortion amendment in image projection equipment like the liquid crystal projector which projects animations, such as a still picture and video, on a screen are done briskly.

[0003] In order to be distorted and to project that there is nothing, it is necessary to station both, when projecting an image using image projection equipment like the liquid crystal projector which projects an image generally so that the projection shaft of a projector may become perpendicular to projection flat surfaces, such as a screen.

[0004] Drawing 20 is drawing showing the physical relationship and the projection image of projection flat surfaces,

such as a screen, and a projector. Drawing 20 (a) shows the case where the projection shaft of a projector is perpendicular, to a projection flat surface, and drawing 20 (b) shows the case where the projection shaft of a projector is not perpendicular, to the projection flat surface.

[0005] The projector is equipped with the projection lens 2002 which projects the image outputted to the plane of projection 2003—ed and the plane of projection 2003—ed, such as a liquid crystal panel which outputs the image projected in the projection section 2005 which projects an image, and the projection section 2005, as a projection image 2004 on plane of projection 2001 in drawing 20.

[0006] As shown in drawing 20 (a), when the projection shaft of a projector is perpendicular, in the projection image 2004 projected on plane of projection 2001, distortion does not arise to plane of projection 2001. On the other hand, as shown in drawing 20 (b), when the projection shaft of a projector is not perpendicular, in the projection image 2004 projected on plane of projection 2001, distortion will arise to plane of projection 2001. It asks for the parameter related to distortion of the projection image 2004 on plane of projection 2001 as an approach of amending such distortion, and there is the image projection approach which changes and projects the image for projection on the image distorted beforehand based on the parameter. Hereafter, conventional image projection equipment and the conventional image projection approach are explained.

[0007] Drawing 21 is drawing showing the image projection equipment which used the conventional liquid crystal projector. In drawing 21, this image projection equipment calculated the parameter of distortion amendment, and is equipped with the projection sections 2103, such as a liquid crystal projector which projects the computer screen from the computer apparatus 2102 which outputs the image which carried out distortion amendment conversion with that parameter, and a computer apparatus 2102. Here, the projection section 2103 is projected on the plane of projection 2101 which the grid pattern which specifies the screen coordinate for calibrations attached by making the image from a computer apparatus 2102 into a projection image 2004.

[0008] Next, actuation of the conventional image projection equipment shown in drawing 21 is explained.

[0009] Drawing 22 is a flow chart which shows actuation of the conventional image projection equipment shown in drawing 21. in drawing 22, calibration mode sets up by a user's key stroke first — having (step 2201) — a liquid crystal projector (projection section) 2103 projects the criteria image pattern from a computer apparatus 2102 on plane of projection 2101 (step 2202).

[0010] A user reads the screen coordinate value  $P_0 (X_{si}, Y_{si})$  (here, it is  $i=1-4$ ) of the point for the calibrations of the projected criteria image pattern image (step 2203). And the read screen coordinate value  $P_0 (X_{si}, Y_{si})$  is inputted into a computer apparatus 2102 (step 2204).

[0011] If all the screen coordinate values  $P_0 (X_{si}, Y_{si})$  are inputted (step 2205), a computer apparatus 2102 will compute the parameter for amendment from the inputted screen coordinate value  $P_0 (X_{si}, Y_{si})$  (step 2206). Below, calculation of the parameter for amendment is explained.

[0012] Generally, the screen coordinate value  $P_0 (X_{si}, Y_{si})$  of the point on plane of projection 2101 and the relation of the point  $P_1 (X_{pi}, Y_{pi})$  on the liquid crystal panel which is the plane of projection—ed prepared in the projection section 2103 are expressed like the following <formulas 1> or <a formula 2>.

< type 1>  $|k \times X_{si}| \begin{vmatrix} v_1 & v_2 & v_3 \\ X_{pi} & k \times Y_{si} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} v_5 & v_6 & v_7 \\ x & Y_{pi} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} k & | \\ v_8 & v_9 & 1 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} | \\ 1 \end{vmatrix}$ , however notation  $||$  show a matrix.

<式2>

$$S = V \times P$$

ここで、

$$S = \text{Trans} \begin{bmatrix} k \times X_{s1} & k \times Y_{s1} & k \end{bmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} v_1 & v_2 & v_3 \end{vmatrix}$$

$$V = \begin{vmatrix} v_5 & v_6 & v_7 \\ v_8 & v_9 & 1 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} v_8 & v_9 & 1 \end{vmatrix}$$

$$P = \text{Trans} \begin{bmatrix} X_{pi} & Y_{pi} & 1 \end{bmatrix}$$

However, notation  $||$  shows a matrix and Trans $\square$  shows a transposed matrix.

[0013] Since correspondence of S and P is known here, respectively, V can be presumed with the least square method by the group of the corresponding points of four or more points. The above is calibration processing.

[0014] Next, using the parameter V for amendment for which it asked above, it changes and the image data for projection memorized beforehand is remembered that there is no distortion (step 2207).

[0015] Processing of step 2207 is repeated until transform processing of distortion amendment is completed about all storage images (step 2208). At this time, in order to lose distortion, it is also convertible the same with performing transform processing for projecting on the arbitration location on plane of projection.

[0016] next, projection mode sets up by a user's key stroke — having (step 2209) — amended image data is projected on plane of projection 2101 by the liquid crystal projector (projection section) 2103 (step 2210).

[0017]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, according to conventional image projection equipment as shown in drawing 21, in order that a user might measure a screen coordinate on the basis of the grid pattern on plane of projection 2101 at the time of a calibration, there was a problem that the reading error of a screen coordinate arose.

[0018] Moreover, also when specifying a projection location, in order that a user might measure the screen coordinate for tab control specification on the basis of the grid pattern on plane of projection 2101, there was a problem that the error of tab control specification arose according to the reading error of a screen coordinate.

[0019] Therefore, it is offering the image projection equipment and the image projection approach of reducing the calculation error of the image transformation parameter which this invention's can solve the above-mentioned trouble, and the purpose's can measure a screen coordinate automatically, and includes projective distortion amendment.

[0020]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, the image projection equipment of the 1st mode of this invention The measure point which has a predetermined screen coordinate system and was defined by the coordinate value of a screen coordinate system, It is image projection equipment which projects an image on the plane of projection which has the point of defining as the coordinate value of a screen coordinate system, and directing the projection location and configuration of a projection image directing [ projection ]. The projection means which is equipped with the liquid crystal panel which has predetermined plane-of-projection-ed system of coordinates, and projects an image to plane of projection, The measure point on plane of projection, the point directing [ projection ], and an image pick-up means to picturize the image projected on plane of projection as an image pick-up image, The image memory which stores the image pick-up image picturized in the image pick-up section, and a mode input means to output which mode selection signal in calibration mode or projection mode, A projection parameter estimation means to presume the conversion parameter of a screen coordinate system and plane-of-projection-ed system of coordinates based on the measure point and projection image which were picturized, A directing [ projection ] point coordinate measurement means to measure a directing [ projection ] point coordinate from the coordinate value of the point directing [ projection ], A projection image is arranged in the projection location specified with the directing [ projection ] point coordinate stored in a conversion parameter, the memory which stores a directing [ projection ] point coordinate, and memory. It is characterized by having an assumption projection image generation means to generate the assumption projection image expressed by the screen coordinate, and a plane-of-projection-ed-[screen-] coordinate transformation means to change an assumption projection image into the image which has the coordinate value of plane-of-projection-ed system of coordinates based on the conversion parameter stored in memory.

[0021] In order to solve the above-mentioned technical problem, moreover, the image projection equipment of the 2nd mode of this invention The measure point which has a predetermined screen coordinate system and was defined by the coordinate value of a screen coordinate system, It is image projection equipment which projects an image on the plane of projection which has the point of defining as the coordinate value of a screen coordinate system, and directing the projection location and configuration of a projection image directing [ projection ]. The projection means which is equipped with the liquid crystal panel which has predetermined plane-of-projection-ed system of coordinates, and projects an image to plane of projection, The measure point on plane of projection, the point directing [ projection ], and an image pick-up means to picturize the image projected on plane of projection as an image pick-up image, The image memory which stores the image pick-up image picturized in the image pick-up section, and a mode input means to output which mode selection signal in calibration mode or projection mode, A projection parameter estimation means to presume the conversion parameter of a screen coordinate system and plane-of-projection-ed system of coordinates based on the measure point and projection image which were picturized, A directing [ projection ] point coordinate measurement means to measure a directing [ projection ] point coordinate from the coordinate value of the point directing [ projection ], A conversion parameter, the memory which stores a directing [ projection ] point coordinate, and a projection image storage means to store the image projected, A projection image selection means to choose the projection image of arbitration from a projection image storage means, The projection image chosen as the projection location specified with the directing [ projection ] point coordinate stored in memory with the projection image selection means is arranged. It is characterized by having an assumption projection image generation means to generate the

assumption projection image expressed by the screen coordinate, and a plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation means to change an assumption projection image into the image which has the coordinate value of plane-of-projection-ed system of coordinates based on the conversion parameter stored in memory.

[0022] In order to solve the above-mentioned technical problem, moreover, the image projection equipment of the 3rd mode of this invention The measure point which has a predetermined screen coordinate system and was defined by the coordinate value of a screen coordinate system, It is image projection equipment which projects an image on the plane of projection which has the point of defining as the coordinate value of a screen coordinate system, and directing the projection location and configuration of a projection image directing [ projection ]. The projection means which is equipped with the liquid crystal panel which has predetermined plane-of-projection-ed system of coordinates, and projects an image to plane of projection, The measure point on plane of projection, the point directing [ projection ], and an image pick-up means to picturize the image projected on plane of projection as an image pick-up image, The image memory which stores the image pick-up image picturized in the image pick-up section, and a mode input means to output which mode selection signal in calibration mode or projection mode, A projection parameter estimation means to presume the conversion parameter of a screen coordinate system and plane-of-projection-ed system of coordinates based on the measure point and projection image which were picturized, A directing [ projection ] point coordinate measurement means to measure a directing [ projection ] point coordinate from the coordinate value of the point directing [ projection ], A conversion parameter, the memory which stores a directing [ projection ] point coordinate, and a projection image storage means to store the image projected, A projection image selection means to choose the projection image of arbitration from a projection image storage means, The projection image inputted from the projection image chosen as the projection location specified with the directing [ projection ] point coordinate stored in memory with the projection image selection means or the outside is arranged. It is characterized by having an assumption projection image generation means to generate the assumption projection image expressed by the screen coordinate, and a plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation means to change an assumption projection image into the image which has the coordinate value of plane-of-projection-ed system of coordinates based on the conversion parameter stored in memory.

[0023] The switching means as which a projection parameter estimation means inputs the image pick-up image picturized with the image pick-up means here when calibration mode is outputted from a mode input means, The A/D-conversion means which carries out the analog / digital conversion of the image pick-up image inputted from a switch, A measure point extract means to extract the coordinate value of the measure point in the image pick-up side system of coordinates defined by the image pick-up means from the image pick-up image stored in the image memory, An image pick-up side-screen coordinate conversion parameter estimation means to presume an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter from the coordinate value in the image pick-up side system of coordinates of a measure point, and the coordinate value in a screen coordinate system, The coordinate value in the image pick-up side system of coordinates of four top-most vertices of the projection light projected with the projection means is extracted from the image pick-up image stored in the image memory, respectively. A projection light top-most-vertices coordinate extract means to change and output the coordinate value in the image pick-up side system of coordinates of four top-most vertices of projection light to the coordinate value of a screen coordinate system based on the image pick-up side-screen coordinate conversion parameter stored in memory, You may make it have a plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter means to presume a plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter as a conversion parameter, based on the coordinate value of the screen coordinate system of four top-most vertices of projection light, and the coordinate value of the plane-of-projection-ed system of coordinates of a projection image.

[0024] In order to solve the above-mentioned technical problem, moreover, the image projection approach of the 1st mode of this invention Are the image projection approach which projects an image on plane of projection, and it floodlights to the plane of projection in which the point directing [ projection ] and the measure point were prepared. Carry out A/D conversion of the image which photoed so that all the floodlighting fields of plane of projection might be included, and was photoed, and a digital image is generated. Extract the image pick-up side coordinate of the measure point on plane of projection from a digital image, and it is based on the image pick-up side coordinate of a measure point. The image pick-up side-screen coordinate conversion parameter which is a conversion parameter between an image pick-up side coordinate and a screen coordinate is presumed. Extract four top-most vertices of a floodlighting field from a digital image, and the image pick-up side coordinate of the four top-most vertices concerned is searched for. The image pick-up side coordinate of four top-most vertices

of a floodlighting field is changed into a screen coordinate with an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter. Based on a screen coordinate, the plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter which is a conversion parameter between a screen coordinate system and plane-of-projection-ed system of coordinates is presumed. Extract the image pick-up side coordinate of the point directing [ projection ] from a digital image, change the image pick-up side coordinate of the point directing [ projection ] into a screen coordinate using an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter, and a projection image is loaded. The assumption projection image which has the coordinate value of a screen coordinate system is generated. The coordinate value of the screen coordinate system of an assumption projection image with a plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter It is characterized by what a projection image without distortion which is the same configuration as an assumption projection image, and was positioned is formed for on plane of projection by changing into the coordinate value of projected system of coordinates, generating a projected image, and projecting a projected image.

[0025] Thereby, automatic meter reading of a screen coordinate is made possible, and the error of the image transformation parameter calculation including distortion amendment is suppressed small.

[0026] Moreover, in order to solve the above-mentioned technical problem, the image projection equipment of the 4th mode of this invention is characterized by to have a projection criteria image generation means to generate further the criteria image projected from a projection means, and a change means connect with a projection means in the first half, and perform the change of a criteria image and a projection image according to the output mode of the mode input section.

[0027] The switching means which inputs the image pick-up image picturized with the image pick-up means when, as for a projection parameter estimation means, calibration mode is outputted from a mode input means at this time, The A/D-conversion means which carries out the analog / digital conversion of the image pick-up image inputted from a switch, A measure point extract means to extract the coordinate value of the measure point in the image pick-up side system of coordinates defined by the image pick-up means from the image pick-up image stored in the image memory, An image pick-up side-screen coordinate conversion parameter estimation means to presume an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter from the coordinate value in the image pick-up side system of coordinates of a measure point, and the coordinate value in a screen coordinate system, With the image pick-up side-screen coordinate conversion parameter which extracted the coordinate value of the projection reference point in image pick-up side system of coordinates from the projection criteria image, and was stored in memory A projection reference point coordinate extract means to change and output the coordinate value of the projection reference point in image pick-up side system of coordinates to the coordinate value of the projection reference point in a screen coordinate system, It is good to make it have a plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter means to presume a plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter as a conversion parameter, based on the coordinate value of the screen coordinate system of a projection reference point, and the coordinate value of the plane-of-projection-ed system of coordinates of a projection image.

[0028] In order to solve the above-mentioned technical problem, moreover, the image projection approach of the 2nd mode of this invention. The projection criteria image which is the image projection approach which projects an image on plane of projection, and has two or more projection reference points is projected on plane of projection. Carry out A/D conversion of the projection criteria image which photoed so that all the projection criteria images of plane of projection might be included, and was photoed, and a digital image is generated. Extract the image pick-up side coordinate of the measure point on plane of projection from a digital image, and it is based on the image pick-up side coordinate of a measure point. The image pick-up side-screen coordinate conversion parameter which is a conversion parameter between an image pick-up side coordinate and a screen coordinate is presumed. Extract two or more projection reference points from a digital image, and the image pick-up side coordinate of all projection reference points is searched for. The image pick-up side coordinate of all projection reference points is changed into a screen coordinate with an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter. Based on a screen coordinate, the plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter which is a conversion parameter between a screen coordinate system and plane-of-projection-ed system of coordinates is presumed. Extract the image pick-up side coordinate of the point directing [ projection ] from a digital image, change the image pick-up side coordinate of the point directing [ projection ] into a screen coordinate using an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter, and a projection image is loaded. The assumption projection image which has the coordinate value of a screen coordinate system is generated. The coordinate value of the screen coordinate system of an assumption projection image with a plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter It is characterized by what a projection image without



distortion which is the same configuration as an assumption projection image, and was positioned is formed for on plane of projection by changing into the coordinate value of projected system of coordinates, generating a projected image, and projecting a projected image.

[0029] A projection criteria image is generated and much more reduction of the error of image transformation parameter calculation is aimed at by presuming the conversion parameter of plane-of-projection system of coordinates and projection section system of coordinates using a measure point and a projection criteria image.

[0030] In order to solve the above-mentioned technical problem, moreover, the image projection equipment of the 5th mode of this invention In plane of projection, the flat-surface rectangle image with which each top-most vertices have a predetermined coordinate value in a screen coordinate system is arranged. A projection parameter estimation means A projection rectangle plane peak point coordinate extract means to extract the coordinate value by the image pick-up side system of coordinates of each top-most vertices of an image pick-up image to the flat-surface rectangle image stored in the image memory, It is based on the coordinate value by the image pick-up side system of coordinates of each top-most vertices of a flat-surface rectangle image, and the predetermined coordinate value in a screen coordinate system. It has the image pick-up side and a screen coordinate conversion parameter estimation means to presume an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter as a conversion parameter. A directing [ projection ] point coordinate measurement means By making each top-most vertices of the picturized flat-surface rectangle image into the point directing [ projection ], a directing [ projection ] point coordinate is measured and a projection means is characterized by what a projection image is projected for on a flat-surface rectangle image.

[0031] In order to solve the above-mentioned technical problem, moreover, the image projection approach of the 3rd mode of this invention Are the image projection approach which projects an image on plane of projection, and it floodlights to the plane of projection in which the point directing [ projection ] and the projection rectangle side were established. Carry out A/D conversion of the image which photoed so that all the floodlighting fields of plane of projection might be included, and was photoed, and a digital image is generated. The image pick-up side coordinate of four top-most vertices of the projection rectangle side on plane of projection is extracted from a digital image. Based on the image pick-up side coordinate of four top-most vertices of a projection rectangle side, the image pick-up side-screen coordinate conversion parameter which is a conversion parameter between an image pick-up side coordinate and a screen coordinate is presumed. Extract four top-most vertices of a floodlighting field from a digital image, and the image pick-up side coordinate of the four top-most vertices concerned is searched for. The image pick-up side coordinate of four top-most vertices of a floodlighting field is changed into a screen coordinate with an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter. Based on a screen coordinate, the plane-of-projection-ed [ screen- ] coordinate transformation parameter which is a conversion parameter between a screen coordinate system and plane-of-projection-ed system of coordinates is presumed. Extract the image pick-up side coordinate of the point directing [ projection ] from a digital image, and change the image pick-up side coordinate of the point directing [ projection ] into a screen coordinate using an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter, and a projection image is loaded. The assumption projection image which has the coordinate value of a screen coordinate system is generated. The coordinate value of the screen coordinate system of an assumption projection image with a plane-of-projection-ed [ screen- ] coordinate transformation parameter It is characterized by what a projection image without distortion which is the same configuration as an assumption projection image, and was positioned is formed for on plane of projection by changing into the coordinate value of projected system of coordinates, generating a projected image, and projecting a projected image.

[0032] The projection image which carried out distortion amendment automatically can be projected on the flat-surface image arranged in the arbitration location on a screen by making into a measure point the top-most vertices of the flat-surface image arranged on plane of projection, presuming a conversion parameter and measuring a directing [ projection ] point coordinate by making the top-most vertices of a flat-surface image into the point directing [ projection ].

[0033] Furthermore, in the image projection equipment mentioned above, it can also have a circumference color conversion means to change the color of boundary regions other than a projection image field among the fields of an image pick-up image. This circumference color conversion means is good to change the color of boundary regions other than a projection image field into the color which does not make light penetrate among the fields of an image pick-up image.

[0034] Moreover, in the image projection approach mentioned above, it can also have the step which changes the color of parts other than a selection image among assumption projection images after the step which generates an assumption projection image. At this time, it is good to change the color of parts other than a selection image



into the color which light does not penetrate among assumption projection images.

[0035] By changing into the color which does not make light penetrate about the periphery which does not have the image information in a projection field, there is no part of a useless projection light and the projection image which amended distortion can be offered.

[0036] Furthermore, in the image projection equipment mentioned above, it is good to make it have the optical-axis coincidence means which makes the same the optical axis of an image pick-up means and a projection means.

[0037] Since a half mirror etc. is prepared and a projection optical axis and an image pick-up optical axis are made in agreement, it is not necessary to change an image pick-up field according to the arrangement location of plane of projection, initial setting, such as a pan of the image pick-up section, a tilt, and zoom control, becomes unnecessary, and convenience can be improved more.

[0038] Moreover, in the image projection approach mentioned above, the step which searches for the image pick-up side coordinate of four top-most vertices of a floodlighting field can ask for the equation of the straight line of each side of a projection field by Hough conversion, and can ask for the intersection of each straight line as an image pick-up side coordinate of four top-most vertices of a floodlighting field. Moreover, the step which presumes a plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter is good to presume a plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter with the least square method based on the screen coordinate of the projection reference point of four or more points. Moreover, the step which presumes an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter can also presume an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter with the least square method based on the image pick-up side coordinate of the measure point of four or more points, or four top-most vertices of a projection rectangle side.

[0039]

[The gestalt of invention implementation] The gestalt of operation of the 1st of this invention is explained below the <gestalt 1 of operation>, referring to a drawing. Drawing 1 is drawing showing an example of the configuration of the image projection equipment of this invention. The image pick-up sections 102, such as a CCD (Charge Coupled Device) camera with which this image projection equipment photos plane of projection 101 in drawing 1. The mode input section 103 which receives mode directions in calibration mode, projection mode, etc. from the exteriors, such as a user, The switch 104 which outputs the analog image information photoed in the image pick-up section 102 when calibration mode is specified in the mode input section 103, The A/D-conversion section 105 which performs the analog / digital (A/D) conversion of image information, The image memory 106 which accumulates the digital image by which A/D conversion was carried out, and the measure point extract section 107 which extracts measure point 101a from an image, and outputs the image pick-up side coordinate, The image pick-up side-screen coordinate conversion parameter estimation section 108 which presumes the conversion parameter between both system of coordinates (image pick-up side-screen coordinate conversion parameter) from the image pick-up side coordinate of two or more extracted measure point 101a, and the screen coordinate on the plane of projection 101 of measure point 101a, The image pick-up side coordinate of four top-most vertices of the profile square of the projection light projected from the projection section 113 is extracted. The projection light top-most-vertices extract section 109 which changes and outputs these image pick-up side coordinate to a screen coordinate with an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter, The screen coordinate of four top-most vertices extracted in the projection light top-most-vertices extract section 109, The plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter estimation section 110 which presumes the conversion parameter (plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter) of a screen coordinate system and plane-of-projection-ed system of coordinates from the plane-of-projection-ed coordinate corresponding to an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter and these four top-most vertices, The directing [ projection ] point coordinate measurement section 111 which extracts the image pick-up side coordinate of directing [ projection ] point 101b from an image, and outputs the screen coordinate using an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter, The memory 112 which memorizes the screen coordinate value of profile square 4 top-most vertices of projection light, the screen coordinate value of directing [ projection light ] point 101b, an image pick-up side-screen side conversion parameter, and a plane-of-projection-ed [ screen-] conversion parameter, The projection section 113 which projects the image specified and chosen from the exteriors, such as a user, The projection image selection section 114 which chooses the image projected according to the input from the outside, such as a user, in projection mode, The assumption projection image generation section 115 which generates the image (it expresses by the screen coordinate system) with which projection is assumed on plane of projection 101 from the profile square 4 top-most-vertices coordinate of the projection light accumulated in memory 112, and a directing [ projection ] point coordinate, The

projection image storage section 116 which accumulates the image chosen from the exteriors, such as a user, it has the plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation section 117 which changes and outputs the assumption projection image expressed by the screen coordinate system to the projection image expressed by plane-of-projection-ed system of coordinates with the plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter accumulated in memory 112.

[0040] Here, plane of projection 101 has directing [ projection ] point 101b which directs measure point 101a used for presuming the conversion parameter of image pick-up side system of coordinates and a screen coordinate system, and a projection location.

[0041] Next, each system of coordinates are explained.

[0042] Drawing 2 is drawing showing each system-of-coordinates relation. In drawing 2, plane of projection 209 which is an image pick-up side is made into xy flat surface; one point of a measure point 211 is made into a zero, and the screen coordinate system 201 is set up for three straight lines passing through the zero which intersect perpendicularly with each other spatially as Xw shaft, Yw shaft, and a Zw shaft. The point under the drawing top right is made into the screen coordinate system zero in drawing 2. In addition, any measure point 211 may be made into a zero. By the definition of this screen coordinate system 201, the screen coordinate value (Xw, Yw0) of the measure point 211 arranged on plane of projection 209, the point 208 directing [ projection ]; and four top-most vertices of the projection light profile square (only henceforth "projection light") 210 can be quantified.

[0043] Moreover, projector system of coordinates (Xp, Yp, Zp) are set up, making the projection core of the projection section 113 ( drawing 1 ) into a zero; and using plane of projection-ed, such as the direction of the z-axis, and a liquid crystal panel, as xy flat surface for the projection shaft orientations of the projection section 113.

[0044] Moreover, the zero of the plane-of-projection-ed system of coordinates (xp, yp) 203 defined on plane of projection-ed parallel to a XpYp flat surface is a point that the projection shaft (zp shaft) of the projection section 113 crosses this plane of projection-ed.

[0045] Moreover, the camera system of coordinates 204 are set up, making the lens core of the image pick-up section 102 ( drawing 1 ) into a zero, and using the direction of the z-axis; and a CCD component side as xy flat surface for the direction of an optical axis of the image pick-up section 102.

[0046] Moreover, the zero of the image pick-up side system of coordinates (xc, yc) 205 defined on a CCD component side parallel to a XcYc flat surface is a point that the optical axis (Zc shaft) of the image pick-up section 102 crosses this image pick-up side.

[0047] Moreover, the projection section 113 and the image pick-up section 102 have a focal distance Fp206 and a focal distance Fc 207, respectively.

[0048] Hereafter, actuation of the image projection equipment constituted as mentioned above is explained.

[0049] Drawing 3 is a flow chart which shows actuation of the image projection equipment of this invention. Two processings, calibration processing (step 301 — step 311) and projection processing (step 312 — step 317), can explain actuation of the image projection equipment of this invention greatly.

[0050] Calibration processing (step 301 — step 311) is explained first.

[0051] first, in the mode input section 103, calibration mode sets up by the input from the outside, such as a user, — having (step 301) — a photograph is taken so that the image pick-up section 102 may include all floodlighting fields, where the projection section 113 is floodlighted (step 302) (step 303).

[0052] In order that the mode input section 103 may change a switch 104 into ON condition, A/D conversion of the image photoed in the image pick-up section 102 is inputted and carried out to the A/D-conversion section 105, and it is stored in an image memory 106 as a digital image.

[0053] Drawing 4 is drawing showing the example of the photoed image. In drawing 4, the same sign is given to the same thing as drawing 2.

[0054] Next, in the measure point extract section 107, an image processing extracts the measure point 211 on plane of projection 101 from the digital image stored in the image memory 106, and the image pick-up side coordinate (xc, yc) is outputted (step 304).

[0055] If it confirms whether all extracts were completed (step 206) and has completed about no measure points 211, processing of step 304 is repeated. In addition, the discernment on the image of a measure point 211 and the point 208 directing [ projection ] is good to carry out by [ as changing the color, form, etc. ]

[0056] Next, in the image pick-up side-screen coordinate conversion parameter estimation section 108, the conversion parameter between an image pick-up side coordinate and a screen coordinate (image pick-up side-screen coordinate conversion parameter) is presumed from a measure point 211 (step 306), and this image pick-up side-screen coordinate conversion parameter is stored in memory 112. Here, generally an image pick-up side

coordinate (xc1, yc1) when the point (Xw1, Yw 1 and 0) and point on a screen are picturized can be expressed like the following <formulas 3> or <a formula 4>.

< type 3>  $\begin{bmatrix} k \times Xw1 & 11 & 12 & 13 \\ xc1 & k \times Yw1 & 15 & 16 & 17 \\ x & yc1 & k & 18 & 19 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ , however notation || show a matrix.

<式4>

$$S1 = L \times C1$$

ここで、

$$S1 = \text{Trans} \begin{bmatrix} k \times Xw1 & k \times Yw1 & k \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 11 & 12 & 13 \end{bmatrix}$$

$$L = \begin{bmatrix} 15 & 16 & 17 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 18 & 19 & 1 \end{bmatrix}$$

$$C1 = \text{Trans} \begin{bmatrix} xc1 & yc1 & 1 \end{bmatrix}$$

However, notation || shows a matrix and Trans□ shows a transposed matrix.

[0057] Here, since the correspondence relation of the image pick-up side coordinate (xc1, yc1) and screen coordinate (Xw1, Yw 1 and 0) of each measure point 211 is known, the conversion parameter line train L can be presumed with the least square method by correspondence of the measure point 211 of four or more points.

[0058] Next, in the projection light top-most-vertices extract section 109, from a digital image, an image processing extracts four top-most vertices of the profile square of the projection light 210, the image pick-up side coordinate (xc2, yc2) is searched for, and these image pick-up side coordinate is changed into a screen coordinate (Xw2, Yw 2 and 0) with an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter (step 307).

[0059] This screen coordinate (Xw2, Yw 2 and 0) is stored in memory 112, and it outputs to the plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter estimation section 110. Moreover, the image after processing is outputted to memory 112. And processing of step 307 is repeated until processing of all four top-most vertices is completed (step 308). Here, the image pick-up side coordinate (xc2, yc2) of four top-most vertices can be acquired by asking for the equation of the straight line of each side of the profile square of the projection light 210 by Hough conversion etc., and asking for the intersection of the four straight lines.

[0060] Next, in the plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter estimation section 110, the conversion parameter between a screen coordinate system and plane-of-projection-ed system of coordinates (plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter) is presumed using four top-most vertices (step 309), and it stores in memory 112.

[0061] Generally, the plane-of-projection-ed coordinate (xp2, yp2) on the liquid crystal panel of the point (Xw2, Yw 2 and 0) and point on a screen can be expressed like the following <formulas 5> or <a formula 6>.

< type 5>  $\begin{bmatrix} k \times xp2 & m1 & m2 & m3 \\ Xw2 & k \times yp2 & m5 & m6 & m7 \\ x & Yw2 & k & m8 & m9 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ , however notation || show a matrix.

<式6>

$$P2 = M \times S2$$

ここで、

$$S2 = \text{Trans} \begin{bmatrix} Xw2 & Yw2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} m1 & m2 & m3 \end{bmatrix}$$

$$M = \begin{bmatrix} m5 & m6 & m7 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} m8 & m9 & 1 \end{bmatrix}$$

$$P2 = \text{Trans} \begin{bmatrix} k \times xp2 & k \times yp2 & k \end{bmatrix}$$

However, notation || shows a matrix and Trans□ shows a transposed matrix.

[0062] Here, since it corresponds to four top-most vertices of the projected rectangle field on a liquid crystal panel, the plane-of-projection-ed coordinate (xp2, yp2) of profile square 4 top-most vertices of the projection light 210 can be searched for easily. Therefore, since both the plane-of-projection-ed coordinate of four top-most vertices and a screen coordinate serve as known, the plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter M can be presumed by solving the simultaneous equations of <an equation 5> using the correspondence.

[0063] next, the image pick-up side-screen coordinate conversion parameter which extracts the point 208 directing [ projection ] by the image processing, searches for the image pick-up side coordinate (xc3, yc3), and is stored in memory 112 from the digital image in the directing [ projection ] point coordinate measurement section 111 — using (xc3, yc3) — it changes into a screen coordinate (Xw3, Yw 3 and 0) (step 310), and stores in

memory 112.

[0064] Here, when there are two or more points 208 directing [ projection ], processing of step 310 is repeated (step 311). By arrangement of two or more of these points 208 directing [ projection ], a projection location, the aspect ratio of that projection, etc. can also be specified.

[0065] Processing of the above steps 310–311 turns into calibration processing. Next, projection processing is explained.

[0066] in the mode input section 103, projection mode is set up by the input from the outside, such as a user, (step 312), and a projection image chooses in the projection image selection section 114 — having (step 313) — pass transform processing — a projection image is projected by the projection section 113.

[0067] Drawing 5 is drawing showing the situation of a projective example. As shown in drawing 5, in the point 208 directing [ projection ], the projection light (projection image) 210 is distorted as upper left top–most vertices, and is projected that there is nothing.

[0068] a projection image chooses from the exteriors, such as a user, in the projection image selection section 114 — having (step 313) — in the assumption projection image generation section 115, a selection image is loaded from the projection image storage section 116, and the same assumption projection image as the projection image projected on plane of projection 101 is generated (step 314).

[0069] Drawing 6 is drawing showing an assumption projection image. This assumption projection image is the same image as the projection image which is expressed by the screen coordinate system and projected on a screen. It is expanded or reduced and the selection image 501 is arranged so that it may be in agreement with upper left top–most vertices in the point 208 directing [ projection ], and so that the whole may be settled in the field of the projection light 210.

[0070] Next, in the plane-of-projection-ed [ screen–] coordinate transformation section 117, the assumption projection image of the screen coordinate system expression shown in drawing 6 is made a projected system-of-coordinates expression with the plane-of-projection-ed [ screen–] coordinate transformation parameter M, and a projected image is generated (step 315).

[0071] and this projected image — the projection section 113 — projecting (step 316) — a projection image without the same configuration as an assumption projection image and positioned distortion is formed on plane of projection 101.

[0072] Next, processing of step 313 – step 316 is repeated until projection termination is chosen from the exteriors, such as a user, (step 317).

[0073] In addition, although the gestalt of above–mentioned operation explained the case where the number of the points 208 directing [ projection ] was one, in addition as two points 208 directing [ projection ] show the left part of the selection image 501, not only the projection location but a projection scale can also be directed.

[0074] Drawing 7 is drawing showing the example which has arranged the selection image 501, as the segment 701 defined at two points 208 directing [ projection ] and the left part of the selection image 501 are in agreement. Here, drawing 7 (a) shows arrangement before of the selection image 501, and drawing 7 (b) shows the arrangement back of the selection image 501. In the case of drawing 7, aspect ratio x:y of the selection image 501 from the first is held also on plane of projection 209. Moreover, directions which change aspect ratio x:y of the selection image 501 also become possible by setting the point 208 directing [ projection ] as three or more points.

[0075] Drawing 8 is drawing showing the example which has arranged the selection image 501, as the segment 701 defined at three points 208 directing [ projection ], the left part of the selection image 501, and a segment 801 and the base of the selection image 501 are in agreement. Here, drawing 8 (a) shows arrangement before of the selection image 501, and drawing 8 (b) shows the arrangement back of the selection image 501. the case of drawing 8 — aspect ratio x:y of the selection image 501 from the first — the ratio x of a segment 701 and a segment 801 — it is changed and projected on 'y'. Conversion of the selection image 501 in modification of this aspect ratio is realizable by easy linear transformation. Moreover, directions which change the configuration of a selection image are also attained by setting up four or more points 208 directing [ projection ].

[0076] Drawing 9 is drawing which performed deformation arrangement so that it might be in agreement in four top–most–vertices locations of four points 208 directing [ projection ] and the selection image 501. Here, drawing 9 (a) shows arrangement before of the selection image 501, and drawing 9 (b) shows the arrangement back of the selection image 501. Conversion of a form status change as shown in drawing 9, and also the selection image 501 to attach can be performed using nonlinear conversion of warping etc.

[0077] As mentioned above, according to the gestalt of this operation, by having the image pick-up section 102 for calibration processing, and the calibration processing activation section, it can be distorted in the location

according to a setup from the outside, such as a user, and a selection image can be projected on it that there is nothing.

[0078] In addition, although the gestalt of this operation explains to the example the equipment which is distorted and projects the projection image (selection image) which was accumulated in the projection image storage section 116, and was chosen by the user that there is nothing, the digital image inputted from the exterior is sufficient as a projection image. Thereby, if an A/D converter etc. is used, the projection which does not have distortion about the television signal which exists as an analog signal, either will be attained.

[0079] Moreover, since measurement procedure, such as coordinate reading by the user, is unnecessary, positioning projection can be performed simply and the precision of positioning and distortion amendment can be improved.

[0080] The gestalt of operation of the 2nd of this invention is explained below the <gestalt 2 of operation>, referring to a drawing.

[0081] Drawing 10 is drawing showing an example of the configuration of the image projection equipment of this invention. In addition, in drawing 10, the same sign is attached about the same configuration as drawing 1. The image pick-up sections 102, such as a CCD camera with which the image projection equipment shown in drawing 10 photos plane of projection 101, The mode input section 103 which receives mode directions in calibration mode, projection mode, etc. from the exteriors, such as a user, The switch 104 which outputs the analog image information photoed in the image pick-up section 102 when calibration mode is specified in the mode input section 103, The A/D-conversion section 105 which performs the analog / digital (A/D) conversion of image information, The image memory 106 which accumulates the digital image by which A/D conversion was carried out, and the measure point extract section 107 which extracts measure point 101a from an image, and outputs the image pick-up side coordinate, The image pick-up side-screen coordinate conversion parameter estimation section 108 which presumes the conversion parameter between both system of coordinates (image pick-up side-screen coordinate conversion parameter) from the image pick-up side coordinate of two or more extracted measure point 101a, and the screen coordinate on the plane of projection 101 of measure point 101a, The circuit changing switch 1001 which changes the projection image in calibration mode and projection mode, The projection criteria image generation section 1002 which generates the projection criteria image used in calibration mode, The projection section 113 which projects the image specified and chosen from the exteriors, such as a user, An image processing extracts a projection reference point from the projection criteria image projected from the projection section 113, and the image pick-up side coordinate is searched for. The projection reference point coordinate extract section 1003 which changes the image pick-up side coordinate concerned into a screen coordinate with the image pick-up side-screen coordinate conversion parameter stored in the memory 112. mentioned later, The screen coordinate of the projection reference point extracted in the projection reference point coordinate extract section 1003, The plane-of-projection-ed [screen-] coordinate transformation parameter estimation section 1004 which presumes the conversion parameter (plane-of-projection-ed [screen-] coordinate transformation parameter) of a screen coordinate system and plane-of-projection-ed system of coordinates from the plane-of-projection-ed coordinate corresponding to an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter and a projection reference point, The directing [projection] point coordinate measurement section 111 which extracts the image pick-up side coordinate of directing [projection] point 101b from an image, and outputs the screen coordinate using an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter, The memory 112 which memorizes the screen coordinate value of a projection reference point, the screen coordinate value of directing [projection light] point 101b, an image pick-up side-screen side conversion parameter, and a plane-of-projection-ed [screen-] conversion parameter, The projection image selection section 114 which chooses the image projected according to the input from the outside, such as a user, in projection mode, The assumption projection image generation section 115 which generates the image (it expresses by the screen coordinate system) with which projection is assumed on plane of projection 101 from the profile square 4 top-most-vertices coordinate of the projection light accumulated in memory 112, and a directing [projection] point coordinate, The projection image storage section 116 which accumulates the image chosen from the exteriors, such as a user, It has the plane-of-projection-ed [screen-] coordinate transformation section 117 which changes and outputs the assumption projection image expressed by the screen coordinate system to the projection image expressed by plane-of-projection-ed system of coordinates with the plane-of-projection-ed [screen-] coordinate transformation parameter accumulated in memory 112.

[0082] With the gestalt of this operation, in order to improve the presumed precision of a plane-of-projection-ed [screen-] coordinate transformation parameter, the presumed precision in the least square method is raised by projecting a projection criteria image and using the coordinate value of the projection reference point of four or

more points.

[0083] Drawing 11 is drawing which projected the projection criteria image 1101 which has the projection reference point 1102 of four or more points on plane of projection 209.

[0084] Hereafter, actuation of the image projection equipment by the gestalt of this operation is explained.

[0085] Drawing 12 is a flow chart which shows actuation of the image projection equipment by the gestalt of this operation. Here, in drawing 12, the same step number is attached about the step which performs the same processing as drawing 3.

[0086] The actuation in calibration processing (step 301 – step 311) is explained to the beginning. first, in the mode input section 103, calibration mode sets up by a user's input — having (step 301) — a circuit changing switch 1001 operates and the projection section 113 projects the projection criteria image 1101 ( drawing 11 ) generated in the projection criteria image generation section 1002 (step 1201).

[0087] Next, a photograph is taken so that the image pick-up section 102 may contain the projection criteria image 1101 altogether (step 303).

[0088] Next, after inputting the photoed image into the A/D-conversion section 105 from a switch 104 and carrying out A/D conversion in the A/D-conversion section 105, it stores in an image memory 106 as a digital image.

[0089] Next, in the measure point extract section 107, the image pick-up side coordinate (xc, yc) of a measure point is extracted (step 304), and processing of step 304 is repeated until an extract is completed about all the measure points 211 (step 305).

[0090] Next, in the image pick-up side-screen coordinate conversion parameter estimation section 108, the conversion parameter between an image pick-up side coordinate and a screen coordinate is presumed (step 306), and it stores in memory 112.

[0091] Next, in the projection reference point coordinate extract section 1003, an image processing extracts all the picturized projection reference points 1102, and the image pick-up side coordinate (xc2, yc2) is searched for. And those image pick-up side coordinates (xc2, yc2) are changed into a screen coordinate (Xw2, Yw 2 and 0) with an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter (step 1202), and it stores in memory 112, and outputs to the plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter estimation section 1004. And processing of step 1202 is repeated until the processing about all the projection reference points 1102 is completed (step 1203). In addition, discernment of a measure point 211, the point 208 directing [ projection ], and the projection reference point 1102 is good to carry out by changing a color, a configuration, etc. of each point.

[0092] Next, in the plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter estimation section 1004, the conversion parameter between a screen coordinate system and plane-of-projection-ed system of coordinates is presumed using the projection reference point 102 (step 1204), and it stores in memory 112. The value of Xw2 and Yw2 in the above-mentioned <formula 5> is acquired in the projection reference point extract section 1003, and since it is a plane-of-projection-ed coordinate on the liquid crystal panel of the projection section 113, if the ratio of liquid crystal panel size and a projection criteria image is known, it can calculate easily the value of xp2 and yp2 in <a formula 5>. Therefore, if there are four or more projection reference points 1102, a conversion parameter (M in <a formula 6>) can be presumed with the least square method.

[0093] next, the image pick-up side-screen coordinate conversion parameter which extracts the point 208 directing [ projection ] by the image processing, searches for the image pick-up side coordinate (xc3, yc3), and is stored in memory 112 from the digital image in the directing [ projection ] point coordinate measurement section 111 — using (xc3, yc3) — it changes into a screen coordinate (Xw3, Yw 3 and 0) (step 310), and stores in memory 112.

[0094] Here, when there are two or more points 208 directing [ projection ], processing of step 310 is repeated (step 311). By arrangement of two or more of these points 208 directing [ projection ], a projection location, the aspect ratio of that projection, etc. can also be specified.

[0095] Processing of the above steps 310–311 turns into calibration processing. Next, projection processing is explained.

[0096] in the mode input section 103, projection mode sets up by the input from the outside, such as a user, — having (step 312) — the circuit changing switch 301 which received the output signal which shows the projection mode from the mode input section 103 operates so that the output of the plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation section 117 may be inputted into the projection section 113. and a projection image chooses in the projection image selection section 114 — having (step 313) — a projection image is projected by the projection section 113.

[0097] a projection image chooses from the exteriors, such as a user, in the projection image selection section

114 — having (step 313) — in the assumption projection image generation section 115, a selection image is loaded from the projection image storage section 116, and the same assumption projection image as the projection image projected on plane of projection 101 is generated (step 314).

[0098] Next, in the plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation section 117, the assumption projection image of the screen coordinate system expression shown in drawing 6 is made a projected system-of-coordinates expression with the plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter M, and a projected image is generated (step 315).

[0099] and this projected image — the projection section 113 — projecting (step 316) — a projection image without the same configuration as an assumption projection image and positioned distortion is formed on plane of projection 101.

[0100] Next, processing of step 313 – step 316 is repeated until projection termination is chosen from the exteriors, such as a user, (step 317).

[0101] In addition, although the gestalt of this operation explains to the example the equipment which is distorted and projects the projection image (selection image) which was accumulated in the projection image storage section 116, and was chosen by the user that there is nothing, the digital image inputted from the exterior is sufficient as a projection image. Thereby, if an A/D converter etc. is used, the projection which does not have distortion about the television signal which exists as an analog signal, either will be attained.

[0102] As mentioned above, according to the gestalt of this operation, by having the image pick-up section 102 for calibration processing, and the activation section of calibration processing, the assignment precision of a projection location can improve sharply and can improve the precision of projection distortion amendment sharply.

[0103] Moreover, since measurement procedure, such as coordinate reading by the user, is unnecessary, positioning projection can be performed simply and the precision of positioning and distortion amendment can be improved sharply.

[0104] The gestalt of operation of the 3rd of below <gestalt 3 of operation> this invention is explained referring to a drawing.

[0105] Drawing 13 is drawing showing an example of the configuration of the image projection equipment of this invention. In addition, in drawing 13, the same sign is attached about the same configuration as drawing 1. The image pick-up sections 102, such as a CCD camera with which the image projection equipment shown in drawing 13 photos the plane of projection 101 where the projection rectangle side 1301 of the rectangle which specifies a projection location and a projection field is projected, The mode input section 103 which receives mode directions in calibration mode, projection mode, etc. from the exteriors, such as a user, The switch 104 which outputs the analog image information photoed in the image pick-up section 102 when calibration mode is specified in the mode input section 103, The A/D-conversion section 105 which performs the analog / digital (A/D) conversion of image information, The image memory 106 which accumulates the digital image by which A/D conversion was carried out, and the projection rectangle plane peak point sampling section 1302 which extracts four top-most vertices of the projection rectangle side 1301 from a digital image, and outputs the image pick-up side coordinate, The image pick-up side-screen coordinate conversion parameter estimation section 1303 which presumes the conversion parameter between both system of coordinates (image pick-up side-screen coordinate conversion parameter) from the screen coordinate on the plane of projection 101 of the four top-most vertices and top-most vertices of the extracted projection rectangle side 1301, The projection light top-most-vertices extract section 109 which extracts the image pick-up side coordinate of four top-most vertices of the projection rectangle side 1301, and changes and outputs these image pick-up side coordinate to a screen coordinate with an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter, The screen coordinate of four top-most vertices extracted in the projection light top-most-vertices extract section 109, The plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter estimation section 110 which presumes the conversion parameter (plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter) of a screen coordinate system and plane-of-projection-ed system of coordinates from the plane-of-projection-ed coordinate corresponding to an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter and these four top-most vertices, The image pick-up side coordinate of the projection rectangle side 1301, and the directing [ projection ] point coordinate measurement section 1304 which measures a directing [ projection ] point coordinate from a screen coordinate using an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter, The memory 112 which memorizes the screen coordinate value of four top-most vertices of the projection rectangle side 1301, the screen coordinate value of the projection rectangle side 1301, an image pick-up side-screen side conversion parameter, and a plane-of-projection-ed [ screen-] conversion parameter, The projection section 113 which projects the image specified and chosen from the exteriors, such as a user, The projection image selection section 114 which chooses the image projected



according to the input from the outside, such as a user, in projection mode, The assumption projection image generation section 115 which generates the image (it expresses by the screen coordinate system) with which projection is assumed on plane of projection 101 from 4 top-most-vertices coordinates of the projection rectangle side 1301 accumulated in memory 112, The projection image storage section 116 which accumulates the image chosen from the exteriors, such as a user, It has the plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation section 117 which changes and outputs the assumption projection image expressed by the screen coordinate system to the projection image expressed by plane-of-projection-ed system of coordinates with the plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter accumulated in memory 112.

[0106] The projection rectangle side 1301 whose relative physical relationship of all the top-most vertices (four top-most vertices) arranged on plane of projection 101 in above-mentioned image projection equipment is known By projecting a selection image, where it lapped completely (for example, on the form of predetermined sizes, such as A3 size and B3 size, etc.) or an aspect ratio is maintained in the rectangle It treats as the measure point in a gestalt and the point directing [ projection ] of the 1st operation of a \*\*\*\* [ four top-most vertices of the projection rectangle side 1301 ], and calibration processing and projection processing are performed.

[0107] Hereafter, actuation of the image projection equipment in the gestalt of this operation is explained.

[0108] Drawing 14 is a flow chart which shows actuation of the image projection equipment by the gestalt of this operation. Here, in drawing 14 , the same step number is attached about the step which performs the same processing as drawing 3 .

[0109] The actuation in calibration processing (step 301 - step 1404) is explained to the beginning. first, in the mode input section 103, calibration mode sets up by the input from the outside, such as a user, — having (step 301) — a photograph is taken so that the image pick-up section 102 may include all floodlighting fields, where the projection section 113 is floodlighted (step 302) (step 303).

[0110] Next, the image by photography is inputted into the A/D-conversion section 105 from a switch 104, and A/D conversion is carried out in the A/D-conversion section 105, and it is stored in an image memory 106.

[0111] Drawing 15 is drawing showing the example of the image photoed by plane of projection 209. In drawing 15 , the projection light 210 is projected on plane of projection 209 and the projection rectangle side 1301. Actuation of the image projection equipment by the gestalt of this operation is henceforth explained using this drawing 15 .

[0112] Next, in the projection rectangle side extract section 1302, an image processing extracts the top-most vertices of the projection rectangle side 1301 from the image shown in drawing 15 , the image pick-up side coordinate (xc, yc) is stored in memory 112, and it outputs to the image pick-up side-screen coordinate conversion parameter estimation section 1303 (step 1401). And if it confirms whether the extract was completed (step 1402) and has not completed about all four top-most vertices, processing of step 1401 is repeated. The image pick-up side coordinate (xc, yc) of four top-most vertices can be acquired by asking for the straight-line equation of each side of the profile square of the projection rectangle side 1301 by Hough conversion etc., and asking for the intersection of the four straight lines.

[0113] Next, in the image pick-up side-screen coordinate conversion parameter estimation section 108, the conversion parameter between an image pick-up side coordinate and a screen coordinate (image pick-up side-screen coordinate conversion parameter) is presumed from four top-most vertices of the projection rectangle side 1301 (step 1403), and this image pick-up side-screen coordinate conversion parameter is stored in memory 112. Thus, the conversion parameter line train L shown in the <formula 4> mentioned above can be presumed.

[0114] Next, in the projection light top-most-vertices extract section 109, all the screen coordinates of four top-most vertices of the projection light 210 are computed (step 307 and step 308), and it stores in memory 112.

[0115] Next, in the plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter estimation section 110, the conversion parameter between a screen coordinate system and plane of projection-ed is presumed using four top-most vertices of the projection light 210 (step 309), and it stores in memory 112.

[0116] Next, in the directing [ projection ] point coordinate measurement 1304, it changes into a screen coordinate (Xw3, Yw 3 and 0) using the image pick-up side-screen coordinate conversion parameter in which the coordinate (xc2, yc2) of four top-most vertices of the projection rectangle side 1301 which is acquired at step 1401 and stored in memory 112 is similarly stored by memory 112 (step 1404), and stores in memory 112 by making this into the point directing [ projection ]. The above serves as calibration processing.

[0117] Hereafter, about projection processing (step 312 - step 317), processing which showed four top-most vertices of the projection rectangle side 1301 acquired at the above-mentioned step 1404 to drawing 3 by treating as a point directing [ projection ], and same processing can be performed.

[0118] in the mode input section 103, projection mode is set up by the input from the outside, such as a user, (step 312), and a projection image chooses in the projection image selection section 114 — having (step 313) —



pass transform processing — a projection image is projected by the projection section 113.

[0119] moreover, a projection image chooses from the exteriors, such as a user, in the projection image selection section 114 — having (step 313) — in the assumption projection image generation section 115, a selection image is loaded from the projection image storage section 116, and the same assumption projection image as the projection image projected on plane of projection 101 is generated (step 314).

[0120] Next, in the plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation section 117, the assumption projection image of the screen coordinate system expression shown in drawing 6 is made a projected system-of-coordinates expression with the plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter M, and a projected image is generated (step 315).

[0121] and this projected image — the projection section 113 — projecting (step 316) — a projection image without the same configuration as an assumption projection image and positioned distortion is formed on plane of projection 101.

[0122] Next, processing of step 313 — step 316 is repeated until projection termination is chosen from the exteriors, such as a user, (step 317).

[0123] In addition, although the gestalt of this operation explains to the example the equipment which is distorted and projects the projection image (selection image) which was accumulated in the projection image storage section 116, and was chosen by the user that there is nothing, the digital image inputted from the exterior is sufficient as a projection image. Thereby, if an A/D converter etc. is used, the projection which does not have distortion about the television signal which exists as an analog signal, either will be attained.

[0124] As mentioned above, although processed in the gestalt of this operation as the measure point 211 in a gestalt 1 and the point 208 directing [ projection ] of operation of four top-most vertices of the projection rectangle side 1301, four points which serve both as a measure point 211 and the point 208 directing [ projection ] may be arranged on plane of projection, without using the projection rectangle side 1301.

[0125] As mentioned above, according to the gestalt of this operation, since it has the image pick-up section 102 for calibration processing, and the activation section of calibration processing, it can be distorted on the specific rectangle field on plane of projection. 101, and a selection image can be projected that there is nothing.

[0126] Moreover, since measurement procedure, such as coordinate reading by a user etc., is unnecessary, positioning projection can be performed simply and the precision of positioning and distortion amendment can be improved sharply.

[0127] The 4th example of below <gestalt 4 of operation> this invention is explained referring to a drawing.

[0128] Drawing 16 is drawing showing an example of the configuration of the image projection equipment of this invention. In addition, in drawing 16, the same sign is attached about the same configuration as drawing 1. The image pick-up sections 102, such as a CCD camera with which the image projection equipment shown in drawing 16 photos plane of projection 101. The mode input section 103 which receives mode directions in calibration mode, projection mode, etc. from the exteriors, such as a user, The switch 104 which outputs the analog image information photoed in the image pick-up section 102 when calibration mode is specified in the mode input section 103, The A/D-conversion section 105 which performs the analog / digital (A/D) conversion of image information, The image memory 106 which accumulates the digital image by which A/D conversion was carried out, and the measure point extract section 107 which extracts measure point 101a from an image, and outputs the image pick-up side coordinate, The image pick-up side-screen coordinate conversion parameter estimation section 108 which presumes the conversion parameter between both system of coordinates (image pick-up side-screen coordinate conversion parameter) from the image pick-up side coordinate of two or more extracted measure point 101a, and the screen coordinate on the plane of projection 101 of measure point 101a, The image pick-up side coordinate of four top-most vertices of the profile square of the projection light projected from the projection section 113 is extracted. The projection light top-most-vertices extract section 109 which changes and outputs these image pick-up side coordinate to a screen coordinate with an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter, The screen coordinate of four top-most vertices extracted in the projection light top-most-vertices extract section 109, The plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter estimation section 110 which presumes the conversion parameter (plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter) of a screen coordinate system and plane-of-projection-ed system of coordinates from the plane-of-projection-ed coordinate corresponding to an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter and these four top-most vertices, The directing [ projection ] point coordinate measurement section 111 which extracts the image pick-up side coordinate of directing [ projection ] point 101b from an image, and outputs the screen coordinate using an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter, The memory 112 which memorizes the screen coordinate value of profile square 4 top-most vertices

of projection light, the screen coordinate value of directing [ projection light ] point 101b, an image pick-up side-screen side conversion parameter, and a plane-of-projection-ed [ screen- ] conversion parameter, The projection section 113 which projects the image specified and chosen from the exteriors, such as a user, The projection image selection section 114 which chooses the image projected according to the input from the outside, such as a user, in projection mode, The assumption projection image generation section 115 which generates the image (it expresses by the screen coordinate system) with which projection is assumed on plane of projection 101 from the profile square 4 top-most-vertices coordinate of the projection light accumulated in memory 112, and a directing [ projection ] point coordinate, The projection image storage section 116 which accumulates the image chosen from the exteriors, such as a user, The circumference color transducer 1601 which changes the color of the periphery in which the selection image chosen from the exteriors, such as a user, in the assumption projection image outputted from the assumption projection image generation section 115 does not exist into the color which does not make light penetrate, for example, black etc., The plane-of-projection-ed [ screen- ] coordinate transformation section 117 which changes and outputs the assumption projection image of a screen coordinate system expression processed by the circumference color transducer 1601 to the projection image expressed by plane-of-projection-ed system of coordinates with the plane-of-projection-ed [ screen- ] coordinate transformation parameter accumulated in memory 112, Preparation \*\*\*\*\*.

[0129] In order to perform projection without aligned distortion without an ambient light part unrelated to the selection image which should be projected on this operation in a gestalt, projection processing which changes the color of the periphery in which a selection image does not exist in an assumption projection image into the color which does not make which black light penetrate is performed.

[0130] Hereafter, actuation of the image projection equipment in the gestalt of this operation is explained.

[0131] Drawing 17 is a flow chart which shows actuation of the image projection equipment by the gestalt of this operation. Here, in drawing 17, the same step number is attached about the step which performs the same processing as drawing 3.

[0132] Here, about actuation of calibration processing (step 301 - step 311), it can consider as the completely same actuation as the gestalt 1 ( drawing 3 ) of above-mentioned operation. that is, in the mode input section 103, calibration mode sets up by the input from the outside, such as a user, first — having (step 301) — a photograph is taken so that the image pick-up section 102 may include all floodlighting fields, where the projection section 113 is floodlighted (step 302) (step 303).

[0133] In order that the mode input section 103 may change a switch 104 into ON condition, A/D conversion of the image photoed in the image pick-up section 102 is inputted and carried out to the A/D-conversion section 105, and it is stored in an image memory 106 as a digital image.

[0134] Next, in the measure point extract section 107, an image processing extracts the measure point 211 on plane of projection 101 from the digital image stored in the image memory 106, and the image pick-up side coordinate (xc, yc) is outputted (step 304).

[0135] If it confirms whether all extracts were completed (step 206) and has completed about no measure points 211, processing of step 304 is repeated.

[0136] Next, in the image pick-up side-screen coordinate conversion parameter estimation section 108, the conversion parameter between an image pick-up side coordinate and a screen coordinate (image pick-up side-screen coordinate conversion parameter) is presumed from a measure point 211 (step 306), and this image pick-up side-screen coordinate conversion parameter is stored in memory 112.

[0137] Next, in the projection light top-most-vertices extract section 109, from a digital image, an image processing extracts four top-most vertices of the profile square of the projection light 210, the image pick-up side coordinate (xc2, yc2) is searched for, and these image pick-up side coordinate is changed into a screen coordinate (Xw2, Yw 2 and 0) with an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter (step 307).

[0138] This screen coordinate (Xw2, Yw 2 and 0) is stored in memory 112, and it outputs to the plane-of-projection-ed [ screen- ] coordinate transformation parameter estimation section 110. Moreover, the image after processing is outputted to memory 112. And processing of step 307 is repeated until processing of all four top-most vertices is completed (step 308).

[0139] Next, in the plane-of-projection-ed [ screen- ] coordinate transformation parameter estimation section 110, the conversion parameter between a screen coordinate system and plane-of-projection-ed system of coordinates (plane-of-projection-ed [ screen- ] coordinate transformation parameter) is presumed using four top-most vertices (step 309), and it stores in memory 112.

[0140] next, the image pick-up side-screen coordinate conversion parameter which extracts the point 208 directing [ projection ] by the image processing, searches for the image pick-up side coordinate (xc3, yc3), and is

stored in memory 112 from the digital image in the directing [ projection ] point coordinate measurement section 111 — using (xc3, yc3) — it changes into a screen coordinate (Xw3, Yw 3 and 0) (step 310), and stores in memory 112.

[0141] Here, when there are two or more points 208 directing [ projection ], processing of step 310 is repeated (step 311). By arrangement of two or more of these points 208 directing [ projection ], a projection location, the aspect ratio of that projection, etc. can also be specified.

[0142] Processing of the above steps 310–311 turns into calibration processing. Next, actuation of projection processing (step 312 – step 317) is explained.

[0143] in the mode input section 103, projection mode is set up by the input from the outside, such as a user, (step 312), and a projection image chooses in the projection image selection section 114 — having (step 313) — pass transform processing — a projection image is projected.

[0144] Drawing 18 is drawing showing signs that the projection image was projected on plane of projection. As shown in drawing 18, in the point 208 directing [ projection ], the projection light (projection image) 210 is distorted as upper left top-most vertices, and is projected that there is nothing. Unlike the case where it is shown in above-mentioned drawing 5, in drawing 18, the periphery of the selection image 501 becomes the same color as the part equivalent to which light does not penetrate and the projection light 210 has not been on plane of projection 209.

[0145] thus, a projection image chooses from the exteriors, such as a user, in the projection image selection section 114 — having (step 313) — in the assumption projection image generation section 115, a selection image is loaded from the projection image storage section 116, and the same assumption projection image as the projection image projected on plane of projection 101 is generated (step 314).

[0146] Next, the circumference color transducer 1601 changes the color of the part in which the selection image 501 in an assumption projection image does not exist into the color which does not make which black light penetrate (step 1701).

[0147] In the plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation section 117, the assumption projection image of a screen coordinate system expression is made a projected system-of-coordinates expression with the plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter M, and a projected image is generated (step 315).

[0148] and this projected image — the projection section 113 — projecting (step 316) — a projection image without the same configuration as an assumption projection image and positioned distortion is formed on plane of projection 101.

[0149] Next, processing of step 313 – step 316 is repeated until projection termination is chosen from the exteriors, such as a user, (step 317).

[0150] In addition, although the gestalt of this operation explains to the example the equipment which is distorted and projects the projection image (selection image) which was accumulated in the projection image storage section 116, and was chosen by the user that there is nothing, the digital image inputted from the exterior is sufficient as a projection image. Thereby, if an A/D converter etc. is used, the projection which does not have distortion about the television signal which exists as an analog signal, either will be attained.

[0151] Moreover, although the gestalt of this operation shows the example which changes the color of the periphery in which a projection image does not exist in an assumption projection image by the circumference color transducer 1601 into the color which does not penetrate which black light, other colors which aimed at the color and the design effectiveness of a screen color and the same color are sufficient as the color of a periphery.

[0152] As mentioned above, although the gestalt of this operation was explained, the gestalt of this operation is applicable to all of the gestalten 1–3 of operation mentioned above.

[0153] As mentioned above, projection which operated orthopedically and positioned the useless field where a projection light part does not exist by having the circumference color transducer 1601 which changes the color of the part in which the image specified from the outside, such as a user, among the fields of projection light does not exist into the color which light does not penetrate according to the gestalt of this operation, and amended distortion can be carried out.

[0154] Moreover, since measurement procedure, such as coordinate reading of a user etc., is unnecessary, it can position simply, and can project and the precision of positioning and distortion amendment can be raised sharply.

[0155] The 5th example of below <gestalt 5 of operation> this invention is explained referring to a drawing.

[0156] Drawing 19 is drawing showing an example of the gestalt of operation of the image projection equipment of this invention. In addition, in drawing 19, the same sign is attached about the same configuration as drawing 1. The image pick-up sections 102, such as a CCD camera with which the image projection equipment shown in

drawing 19 photos plane of projection 101, The mode input section 103 which receives mode directions in calibration mode, projection mode, etc. from the exteriors, such as a user, The switch 104 which outputs the analog image information photoed in the image pick-up section 102 when calibration mode is specified in the mode input section 103, The A/D-conversion section 105 which performs the analog / digital (A/D) conversion of image information, The image memory 106 which accumulates the digital image by which A/D conversion was carried out, and the measure point extract section 107 which extracts measure point 101a from an image, and outputs the image pick-up side coordinate, The image pick-up side-screen coordinate conversion parameter estimation section 108 which presumes the conversion parameter between both system of coordinates (image pick-up side-screen coordinate conversion parameter) from the image pick-up side coordinate of two or more extracted measure point 101a, and the screen coordinate on the plane of projection 101 of measure point 101a, The image pick-up side coordinate of four top-most vertices of the profile square of the projection light projected from the projection section 113 is extracted. The projection light top-most-vertices extract section 109 which changes and outputs these image pick-up side coordinate to a screen coordinate with an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter, The screen coordinate of four top-most vertices extracted in the projection light top-most-vertices extract section 109, The plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter estimation section 110 which presumes the conversion parameter (plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter) of a screen coordinate system and plane-of-projection-ed system of coordinates from the plane-of-projection-ed coordinate corresponding to an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter and these four top-most vertices, The directing [ projection ] point coordinate measurement section 111 which extracts the image pick-up side coordinate of directing [ projection ] point 101b from an image, and outputs the screen coordinate using an image pick-up side-screen coordinate conversion parameter, The memory 112 which memorizes the screen coordinate value of profile square 4 top-most vertices of projection light, the screen coordinate value of directing [ projection light ] point 101b, an image pick-up side-screen side conversion parameter, and a plane-of-projection-ed [ screen-] conversion parameter, The projection section 113 which projects the image specified and chosen from the exteriors, such as a user, The projection image selection section 114 which chooses the image projected according to the input from the outside, such as a user, in projection mode, The assumption projection image generation section 115 which generates the image (it expresses by the screen coordinate system) with which projection is assumed on plane of projection 101 from the profile square 4 top-most-vertices coordinate of the projection light accumulated in memory 112, and a directing [ projection ] point coordinate, The projection image storage section 116 which accumulates the image chosen from the exteriors, such as a user, The plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation section 117 which changes and outputs the assumption projection image expressed by the screen coordinate system to the projection image expressed by plane-of-projection-ed system of coordinates with the plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter accumulated in memory 112. It has the half mirror section 1901 which makes the same each optical axis of the image pick-up section 102 and the projection section 113.

[0157] Even if plane of projection 101 is arranged in which location by making the same the optical axis of the image pick-up section 102 and the projection section 113 in a gestalt at this operation, it is not necessary to change the image pick-up field of the image pick-up section 102.

[0158] In addition, actuation of the image projection equipment in the gestalt of this operation is the same as the actuation shown in drawing 3 of the gestalt 1 of operation mentioned above.

[0159] In addition, although the gestalt of this operation explains to the example the equipment which is distorted and projects the projection image (selection image) which was accumulated in the projection image storage section 116, and was chosen by the user that there is nothing, the digital image inputted from the exterior is sufficient as a projection image. Thereby, if an A/D converter etc. is used, the projection which does not have distortion about the television signal which exists as an analog signal, either will be attained.

[0160] As mentioned above, according to the gestalt of this operation, a projection optical axis and an image pick-up optical axis can be made in agreement, and it is not necessary to change an image pick-up field by forming the half mirror section 1901, according to the arrangement location of plane of projection 101. For this reason, initial setting, such as a pan of the image pick-up section 102, a tilt, and zoom control, became unnecessary, and convenience improved more.

[0161]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to the image projection equipment and the image projection approach of this invention, projection light was photoed in the image pick-up section, since the coordinate transformation parameter between plane of projection and the plane of projection-ed in the projection

section was presumed from the photography image, it can be distorted in the projection location set as arbitration, and the selection image could be projected that there is nothing.

[0162] Moreover, since measurement procedure, such as coordinate reading before projection, was unnecessary, it can position simply, and can project and the precision of positioning and distortion amendment could be improved sharply.

[0163] Moreover, the image without useless projection \*\*\*\* operated orthopedically could be projected, being able to perform positioning projection simply and raising the precision of positioning and distortion amendment by changing the color of the periphery of a selection projection image into the color which light does not penetrate.

[0164] Moreover, since the half mirror section was prepared and a projection optical axis and an image pick-up optical axis were made in agreement, it is not necessary to change an image pick-up field according to the arrangement location of plane of projection, initial setting, such as a pan of the image pick-up section, a tilt, and zoom control, becomes unnecessary, and convenience could be improved more.

---

[Translation done.]

#### \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

#### DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the configuration of the image projection equipment of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing each system of coordinates in plane of projection, the image pick-up section, and the projection section.

[Drawing 3] It is the flow chart which shows actuation of the image projection equipment of this invention.

[Drawing 4] It is drawing showing an example of the image pick-up image in calibration mode.

[Drawing 5] It is drawing showing an example of a projection image.

[Drawing 6] It is drawing showing an example of an assumption projection image.

[Drawing 7] It is drawing showing the example of projection in the case of having arranged two points directing [ projection ].

[Drawing 8] It is drawing showing the example of projection in the case of having arranged three points directing [ projection ].

[Drawing 9] It is drawing showing the example of projection in the case of having arranged four points directing [ projection ].

[Drawing 10] It is the block diagram showing the configuration of the image projection equipment of this invention.

[Drawing 11] It is drawing showing an example of the image pick-up image in calibration mode.

[Drawing 12] It is the flow chart which shows actuation of the image projection equipment of this invention.

[Drawing 13] It is the block diagram showing the configuration of the image projection equipment of this invention.

[Drawing 14] It is the flow chart which shows actuation of the image projection equipment of this invention.

[Drawing 15] It is drawing showing an example of the image pick-up image in calibration mode.

[Drawing 16] It is the block diagram showing the configuration of the image projection equipment of this invention.

[Drawing 17] It is the flow chart which shows actuation of the image projection equipment of this invention.

[Drawing 18] It is drawing showing an example of the projection in projection mode.

[Drawing 19] It is the block diagram showing the configuration of the image projection equipment of this invention.

[Drawing 20] It is drawing showing the physical relationship and an example of projection distortion of plane of projection and plane of projection-ed.

[Drawing 21] It is the block diagram showing the configuration of conventional image projection equipment.

[Drawing 22] It is the flow chart which shows actuation of conventional image projection equipment.

[Description of Notations]

101, 209, 2001, 2101 Plane of projection

101a, 211 Measure point  
101b, 208 Point directing [ projection ]  
102 Image Pick-up Section  
103 Mode Input Section  
104 Switch  
105 A/D-Conversion Section  
106 Image Memory  
107 Measure Point Extract Section  
108 1303 Image pick-up side-screen coordinate conversion parameter estimation section  
109 Projection Light Top-most-Vertices Extract Section  
110 1004 Plane-of-projection-ed [ screen-] coordinate transformation parameter estimation section  
111 1304 Directing [ projection ] point coordinate measurement section  
112 Memory  
113, 2005, 2103 Projection section  
114 Projection Image Selection Section  
115 Assumption Projection Image Generation Section  
116 Projection Image Storage Section  
117 Plane-of-Projection-ed [ Screen-] Coordinate Transformation Section  
201 Screen Coordinate System  
202 Projector System of Coordinates  
203 Plane-of-Projection-ed System of Coordinates  
204 Camera System of Coordinates  
205 Image Pick-up Side System of Coordinates  
206 Projector Focal Distance  $F_p$   
207 Camera Focal Distance  
210 Projection Light Profile Square  
501 Selection Image  
701 801 Segment  
1001 Circuit Changing Switch  
1002 Projection Criteria Image Generating Section  
1003 Projection Reference Point Coordinate Extract Section  
1101 Projection Criteria Image  
1102 Projection Reference Point  
1301 Projection Rectangle Side  
1302 Projection Rectangle Plane Peak Point Sampling Point  
1601 Circumference Color Transducer  
1901 Half Mirror Section  
2002 Projection Lens  
2003 Plane of Projection-ed (Liquid Crystal Panel)  
2004 Projection Image  
2102 Computer Apparatus

---

[Translation done.]